ಉಪನ್ಯಾಸ
ಂಥಮಾಲೆ

೧೩೧

ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿ

ಪ್ರೊ|| ಡಿ. ಆರ್. ಬಳೂರಗಿ



ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ

ನವಂಬರ, ೧೯೭೧

ಶ್ರ ವ ಣಾ ತೀ ತ ಧ್ವ ನಿ

ಉಪನ್ಯಾಸ ಗ್ರಂಥಮಾಲೆ

೧೩೧

ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿ

ಡಿ. ಆರ್. ಬಳೂರಗಿ



ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ
ಧಾರವಾಡ

೧೯೭೧

ಪ್ರಕಾಶಕರು :

ಎಸ್. ಎಸ್. ಒಡೆಯರ, ಎಂ. ಎ., ಎಲ್‌ಎಲ್. ಬಿ.
ಕುಲಸಚಿವರು
ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ

ಪ್ರಥಮ ಮುದ್ರಣ: ೧೯೭೧; ೫,೦೦೦ ಪ್ರತಿಗಳು

© ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ

ಬೆಲೆ: ೨೫ ಪೈಸೆ

ಮುದ್ರಕರು :

ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ ಮುದ್ರಣಾಲಯ,
ಧಾರವಾಡ-೩

ಮುನ್ನುಡಿ

ನಮ್ಮ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ವ್ಯಾಸಂಗ ವಿಸ್ತರಣ ವಿಭಾಗವು ಗ್ರಾಮಾಂತರ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ತಿಂಗಳು ಏರ್ಪಡಿಸುತ್ತಿರುವ ಉಪನ್ಯಾಸ ಶಿಬಿರಗಳು ದಿನೇ ದಿನೇ ಜನಪ್ರಿಯವಾಗುತ್ತ ಸಾಗಿರುವುದು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಸಂತೋಷದ ಸಂಗತಿ. ಈ ಜ್ಞಾನಪ್ರಸಾರದ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವುದರಿಂದ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಹಾಗೂ ಕಾಲೇಜುಗಳ ಅಧ್ಯಾಪಕರಿಗೆ ಆಯಾ ಪ್ರದೇಶದ ಜನತೆಯೊಡನೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಪರ್ಕವೊದಗುವದಲ್ಲದೆ ಎಂಥ ವಿಷಯವನ್ನಾದರೂ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಿ ಹೇಳುವ ಹಾಗೂ ಅದನ್ನು ಸುಲಭವಾದ ಶೈಲಿಯಲ್ಲಿ ಬರವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿಳಿಸುವ ಅವಕಾಶ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಅವರೆಲ್ಲರೂ ಮನವಿಟ್ಟು ಸಹಕರಿಸುತ್ತಿರುವುದು ಶ್ಲಾಘನೀಯ.

ಈ ಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಈಗಾಗಲೆ ೧೩೦ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಪ್ರಕಟವಾಗಿವೆ. ಅಚ್ಚಾಗಿ ಹೊರಬಂದೊಡನೆ ಅವುಗಳ ಸಾವಿರಾರು ಪ್ರತಿಗಳನ್ನು ಜನರು ಕೊಂಡು ಓದುತ್ತಾರೆ. ಅನೇಕ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಮೂರು-ನಾಲ್ಕು ಮುದ್ರಣಗಳನ್ನು ಕಂಡಿರುವುದು ಈ ಮಾಲೆಯ ಉಪಯುಕ್ತತೆಯನ್ನೂ ಜನ-ಪ್ರಿಯತೆಯನ್ನೂ ವ್ಯಕ್ತಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ನಾಡಿನ ಪ್ರಗತಿಯ ಚಿಹ್ನೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸುತ್ತೇನೆ.

ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ ಧನಸಹಾಯ ಆಯೋಗದವರು ಉಪನ್ಯಾಸ ಶಿಬಿರಗಳಿಗೂ, ಈ ಪುಸ್ತಿಕೆಗಳ ಪ್ರಕಟನೆಗೂ ನೆರವು ನೀಡುತ್ತಿದ್ದು ಅವರಿಗೆ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯವು ತನ್ನ ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಈ ಸೇವೆಯ ಸಂಪೂರ್ಣ ಪ್ರಯೋ-ಜನ ಪಡೆದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಜನತೆ ನಾಡಿನ ಸರ್ವತೋಮುಖವಾದ ಪ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಪಾಲುಗೊಳ್ಳಲೆಂದು ಹಾರೈಸುತ್ತೇನೆ.

ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ
ಧಾರವಾಡ
೭-೧೦-೧೯೭೧

ಎ. ಎಸ್. ಅಡಕೆ
ಉಪಕುಲಪತಿ

ಅರಿಕೆ

ಧಾರವಾಡ ಜಿಲ್ಹೆಯ ಲಕ್ಕುಂಡಿ ಗ್ರಾಮದಲ್ಲಿ, ಇದೇ ವರ್ಷದ ಜುಲೈ ೯ನೆಯ ದಿನಾಂಕದಂದು ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವ-ವಿದ್ಯಾಲಯದ ವ್ಯಾಸಂಗ ವಿಸ್ತರಣ ಶಾಖೆಯವರು ಏರ್ಪಡಿಸಿದ್ದ ೧೫೦ನೆಯ ಉಪನ್ಯಾಸ ಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ 'ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿ' ಎಂಬ ವಿಷಯವನ್ನು ಕುರಿತು ಮಾತನಾಡಿದೆ. ಅದು ಕಿರುಹೊತ್ತಿಗೆಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗುವ ನಿರ್ಧಾರ ತಿಳಿದ ಮೇಲೆ, ಅದೇ ವಿಷಯವನ್ನು ವಿಸ್ತರಿಸಿ, ಅಲ್ಪ ಸ್ವಲ್ಪ ವ್ಯತ್ಯಾಸದೊಡನೆ ಪ್ರಬಂಧರೂಪಕ್ಕೆ ತಿರುಗಿಸಿ ಈ ಚಿಕ್ಕ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಸಿದ್ಧಗೊಳಿಸಿದ್ದೇನೆ. ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹವನ್ನಿತ್ತ ನನ್ನ ಗುರುಗಳಾದ ಪೂಜ್ಯ ಡಾ|| ಎಂ. ಆಯ್. ಸವದತ್ತಿಯವರಿಗೂ ಮತ್ತು ಪ್ರಸಾರಾಂಗದ ನಿರ್ದೇಶಕರಾದ ಶ್ರೀ ಚೆನ್ನವೀರ ಕಣವಿಯವರಿಗೂ ನನ್ನ ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳು ಸಲ್ಲಲೇಬೇಕು. ಅಂದವಾಗಿ ಚಿತ್ರ ಬರೆದುಕೊಟ್ಟ ನನ್ನ ತಂಗಿ ತಿಲೋತ್ತಮಾಳನ್ನು ನಾನು ನೆನೆಯುತ್ತೇನೆ.

ಎಲ್. ವ್ಹಿ. ಡಿ ಕಾಲೇಜು
ರಾಯಚೂರು

೨೩-೭-೧೯೭೧

ಡಿ. ಆರ್. ಬಳೂರಗಿ

ಪರಿವಿಡಿ

೧. ಪೀಠಿಕೆ

"ನಾವು ಸಾಹಿತ್ಯದೊಂದಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನೂ ಚೆನ್ನಾಗಿ ತಿಳಿಯಬೇಕು. ಆಗಲೇ ಸೃಷ್ಟಿಯ ರಹಸ್ಯಗಳು ನಮಗೆ ವೇದ್ಯ ವಾಗುತ್ತವೆ. ರಸಜ್ಞಾನ–ವಿಜ್ಞಾನಗಳೆರಡೂ ಸೇರಿ ನಮ್ಮ ಪ್ರತಿಭೆ ಯನ್ನು ಜ್ವಾಲಾಮಯವನ್ನಾಗಿ ಮಾಡುತ್ತವೆ" ಎಂದು ಕುವೆಂಪುರವರು ತಮ್ಮ ಭಾಷಣದಲ್ಲೊಮ್ಮೆ ಹೇಳಿದ್ದುಂಟು. ಸಾಹಿತ್ಯ ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಆನಂದವನ್ನುಂಟು ಮಾಡಿದರೆ ವಿಜ್ಞಾನ ಲೌಕಿಕ ಸೌಲಭ್ಯಗಳನ್ನೊದಗಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಶತಮಾನದಲ್ಲಂತೂ ವಿಜ್ಞಾನ ನಮಗೆ ಒದಗಿಸುವ ಸೌಕರ್ಯಗಳು ಅಪಾರ. ವಿಜ್ಞಾನ ದಲ್ಲಿ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಎರಡು ಭಾಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು. ಒಂದು ಶುದ್ಧ ವಿಜ್ಞಾನ (Pure Science), ಇನ್ನೊಂದು ಅನ್ವಯಿಕ ವಿಜ್ಞಾನ (Applied Science). ಎರಡನೆಯದನ್ನು ಯಾಂತ್ರಿಕ ವಿಜ್ಞಾನ (Technology) ವೆಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಶುದ್ಧ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಪರಿಶೋಧನೆ ನಡೆಯಿಸುವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಯಾವ ಫಲಾಪೇಕ್ಷೆಯಿಲ್ಲದೆ, ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕಾಗಿಯೇ ದುಡಿಯಬೇಕಾಗು ತ್ತದೆ. ಅವರಿಗೆ ಕೀರ್ತಿ, ಪುರಸ್ಕಾರಗಳು ದೊರೆತಲ್ಲಿ ಅವು ಕೇವಲ ಆಕಸ್ಮಿಕಗಳು ಮಾತ್ರ. ಶುದ್ಧವಿಜ್ಞಾನದ ಒಂದು ಭಾಗ ವಾದ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರವು ಕಳೆದ ಐವತ್ತು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಗಿಬಂದ ದೂರವು ಅಭೂತಪೂರ್ವವಾದದ್ದು. ಹಿಂದಿನ ಎರಡು ಸಹಸ್ರ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ಬೆಳೆದದ್ದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಮುನ್ನುಗ್ಗಿ

ಬಂದಿದೆ. ಧ್ವನಿಶಾಸ್ತ್ರ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಒಂದು ಉಪಶಾಖೆ. ಸಾವಿರ ವರ್ಷಗಳ ಪೂರ್ವದಲ್ಲಿಯೇ ಈ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳುವಳಿಕೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗಿದ್ದರೂ ಕೂಡ, ಅದು ಅಷ್ಟರ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಪ್ರಗತಿ ಹೊಂದಲಿಲ್ಲ. ಅದರಲ್ಲಿ ೧೯೩೫ರಿಂದೀಚೆಗಂತೂ ಎಲ್ಲ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಲಕ್ಷ್ಯವು 'ಪರಮಾಣು ವಿಜ್ಞಾನ' ಮತ್ತು 'ಅಂತರಿಕ್ಷ-ಯಾನ'ಗಳ ಮೇಲೆಯೇ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿದ್ದಿತು.

ಧ್ವನಿಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ 'ಶ್ರವಣಾತೀತಧ್ವನಿ' ವಿಭಾಗದ, ಅರಿವು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಬಹಳ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆಯೇ ಇದ್ದಿತು. ೧೮೯೯ ರಲ್ಲಿ ಕನಿಗ್ ಎಂಬ ಜರ್ಮನ್ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಶ್ರುತಿಕವಲುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದ್ದನು. ಆದರೆ ರೇಡಿಯೋದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ವ್ಹಾಲ್ವಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯಾಗುವವರೆಗೂ ಈ ವಿಭಾಗದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ತಕ್ಕ ಪುಷ್ಟಿ ದೊರೆಯಲಿಲ್ಲ. ೧೯೦೪ ರಲ್ಲಿ ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡರ್ ಫ್ಲೆಮಿಂಗ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಪ್ರಥಮ ವ್ಹಾಲ್ವನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದನು. ತರುವಾಯ ಶ್ರವಣಾತೀತಧ್ವನಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಯ ವಿಧಾನಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಸುಧಾರಣೆಗಳಾದವು. ಈ ಧ್ವನಿಯ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಜೀವನದ ವಿವಿಧ ರಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದೆಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಬಳಿಕ ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ಈ ಶಾಸ್ತ್ರದೆಡೆಗೆ ಆಕರ್ಷಿತರಾದರು. ಅವರ ಸತತ ಪರಿಶ್ರಮ, ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಅವರು ರೂಪಿಸಿದ ಉಪಕರಣಗಳು, ವೈದ್ಯಕೀಯದಂತಹ ಅನೇಕ ಮಹತ್ವದ ರಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಆಶ್ಚರ್ಯಕಾರಕ ಮಾರ್ಪಾಡುಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ಸಮರ್ಥವಾದವು.

ಈಗ ಜಪಾನ, ರಶಿಯಾ, ಮತ್ತು ಅಮೇರಿಕದಂತಹ ಮುಂದು ವರಿದ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಲ್ಲಿಯ ಆಸ್ಪತ್ರೆಗಳಲ್ಲಿ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯ ಉಪಯೋಗವನ್ನು ಕುರಿತು ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಭರದಿಂದ ನಡೆಯು ಹತ್ತಿವೆ. ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳುವಳಿಕೆ ಪಡೆಯು ಬೇಕಾದರೆ, ಧ್ವನಿಯ ಹುಟ್ಟು, ಸ್ವರೂಪಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸ್ಥೂಲವಾದ ಜ್ಞಾನವಾದರೂ ಇರುವದು ಅವಶ್ಯಕ. ಆದ್ದರಿಂದ ಮೊದಲು ಧ್ವನಿಯ ಹುಟ್ಟು, ಹಾಗೂ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಬಗೆಗೆ ವಿವೇಚಿಸೋಣ.

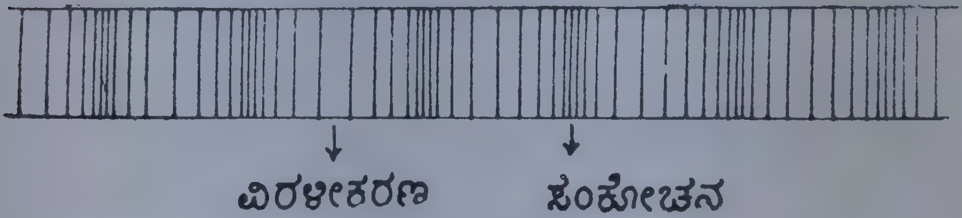
೨. ಧ್ವನಿಯ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮತ್ತು ಪ್ರಸಾರ

ಗಾಳಿ ಬೀಸಿದಾಗ ಸುಂಯೆಂದು ಸಪ್ಪಳವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾರೆಯಿಂದ ಒರಳಲ್ಲಿ ಕುಟ್ಟಿದಾಗ ಧಿಂ ಎಂಬ ಸದ್ದನ್ನು ಕೇಳುತ್ತೇವೆ. ತಂಬೂರಿಯ ತಂತಿಯನ್ನು ಮೀಂಟಿದಾಗ ಹೊರಟ ಸ್ವರವು ನಮ್ಮ ಕಿವಿಗಳಿಗೆ ಇಂಪಾದ ಅನುಭವವನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ. ವಿಶ್ವದ ವ್ಯಾಪಾರದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಕ್ಷಣ ಸಹಸ್ರಾರು ಬಗೆಯ ಧ್ವನಿಗಳು ಹುಟ್ಟಿ ಸಾಯುತ್ತವೆ. ಅದನ್ನವಲೋಕಿಸಿದಾಗ ಮಾನವ ಧ್ವನಿಯ ಹುಟ್ಟಿನ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಕುತೂಹಲ ತಾಳುವದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕ. ಅದನ್ನು ತಿಳಿಯುವದಕ್ಕೋಸ್ಕರ ಸರಳಗಾನವಾದ್ಯವಾದ ತಂಬೂರಿಯನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸುವಾ.

ತಂಬೂರಿಯ ತಂತಿಯನ್ನು ಮೀಂಟಿದಾಗ, ಅದರಿಂದ ಸ್ವರ ಹೊರಡುತ್ತದೆ. ಆ ಸ್ವರ ಹೊರಚಿಮ್ಮುತ್ತಿರುವ ತಂತಿಯನ್ನು ಪುನಃ ಸ್ಪರ್ಶಿಸಿದರೆ, ಅದು ಕಂಪಿಸುತ್ತಿರುವ ಅನುಭವ ನಮಗಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಧ್ವನಿಯುತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಬೇಕಾದರೆ, ಅದನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ವಸ್ತುವು ಕಂಪಿಸಲೇಬೇಕೆಂದಾಯಿತು. ತಂಬೂರಿಯ ತಂತಿಯು ಸಾಮಾನ್ಯ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ, ಅದರ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು 'ಸಮಸ್ಥಿತಿ'ಯೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಚಿಮ್ಮುವಾಗ ತಂತಿಯು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಮೇಲ್ಗಡೆಗೂ ಕೆಳಗಡೆಗೂ ಅಲ್ಲಾಡುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ತಂತಿಯ ಈ ಬಗೆಯ ಚಲನೆ

ಯನ್ನು ಸರಳ ಸಂಗತ ಚಲನೆ (Simple Harmonic Motion) ಯೆಂದೆನ್ನುವರು. ತಂತಿಯು ಸರಳ ಸಂಗತ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ, ಅದು ಒಂದು ಕೊನೆಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಕೊನೆಯನ್ನು ತಲುಪಿ, ಪುನಃ ಮೊದಲಿನ ಕೊನೆಯನ್ನು ತಲುಪಿದಾಗ ಅದು ಒಂದು ಕಂಪನ (Vibration) ವನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಿದಂತಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಸೆಕಂದಿನಲ್ಲಿ ಆ ತಂತಿಯು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸುವ ಕಂಪನಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಈ ತಂತಿಯ ಕಂಪನಾಂಕ (Frequency) ವೆಂದೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಧ್ವನಿಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ವಸ್ತುವಿನ ಕಂಪನಾಂಕ ಬದಲಾದಂತೆ ಧ್ವನಿಯ ಸ್ವರೂಪ ಬದಲಾಗುತ್ತಹೋಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ ಹಾರ್ಮೋನಿಯಂನಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಸೆಕಂದಿಗೆ ೨೫೬ ಕಂಪನಗಳುಂಟಾದರೆ 'ಸ' ಎಂಬ ಸ್ವರವೂ, ೨೮೮ ಕಂಪನಗಳುಂಟಾಗುತ್ತಿದ್ದರೆ 'ರಿ' ಎಂಬ ಸ್ವರವೂ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತದೆ. ಅದೇ ವಿಧವಾಗಿ ಗಂಡಸರ ಧ್ವನಿಯ ಕಂಪನಾಂಕವು ೨೦೦ ಇದ್ದರೆ, ಹೆಂಗಸರ ಧ್ವನಿಯ ಕಂಪನಾಂಕ ೨೫೦ ಇರುತ್ತದೆ. ಅದಕ್ಕೋಸ್ಕರವಾಗಿಯೇ ಹೆಂಗಸರ ಮತ್ತು ಗಂಡಸರ ಧ್ವನಿಗಳಲ್ಲಿ ಭಿನ್ನತೆಯುಂಟು. ತಂಬೂರಿಯ ತಂತಿಯು ಮೇಲ್ಗಡೆಗೂ ಮತ್ತು ಕೆಳಗಡೆಗೂ ಅಲ್ಲಾಡುವಾಗ, ಅದು ತನ್ನ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿದ್ದ ವಾಯುವಿನ ಕಣಗಳ ಒತ್ತಡ ಹಾಕುವದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕ. ತಂತಿಯು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಮೇಲ್ಗಡೆಗೆ ಚಲಿಸಿದಾಗ ಅದು ಅಲ್ಲಿರುವ ವಾಯುವಿನ ಕಣಗಳ ಮೇಲೆ ಒತ್ತಡ ಹಾಕುವದರಿಂದ, ಆ ಭಾಗದಲ್ಲಿಯ ವಾಯುವು ಸಂಕೋಚಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಮುಂದಿನ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿಯೇ ತಂತಿಯು ಕೆಳಗಡೆಗೆ ಬಂದಿರುವದ

ರಿಂದ, ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಕಣಗಳ ಮೇಲಿನ ಒತ್ತಡವು ತೆಗೆಯಲ್ಪಟ್ಟು, ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಕಣಗಳ ಮೇಲೆ ಹಾಕಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ವಿರಳೀಕರಣ (Rare faction) ಸ್ಥಿತಿಯೂ ಕೆಳಭಾಗದ ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಕೋಚನ (Condensation) ಸ್ಥಿತಿಯೂ ಏರ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ವಾಯುವಿನ ಕಣಗಳು ಹಿಂಚುಮುಂಚಾಗಿ (ಸರಳ ಸಂಗತ) ಚಲಿಸಿ, ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಹೊರಟ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಮುಂದೆ ಸಾಗಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಧ್ವನಿಯು ಸಂಕೋಚನ ವಿರಳೀಕರಣಗಳ ಬೆನ್ನೇರಿ ಮುಂದೆ ಧಾವಿಸುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ ೧ ರಲ್ಲಿ ಸಂಕೋಚನ ಮತ್ತು



ಚಿತ್ರ : ೧

ವಿರಳೀಕರಣಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ. ಎರಡು ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾದ ಸಂಕೋಚನ, ಅಥವಾ ವಿರಳೀಕರಣಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರವನ್ನು ಆ ಧ್ವನಿಯ ತರಂಗ ದೂರ (Wave length) ವೆಂದೆನ್ನುವರು. ಯಾವುದೇ ಧ್ವನಿಯ ತರಂಗ ದೂರವು, ಅದರ ಕಂಪನಾಂಕದ ವಿಲೋಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಧ್ವನಿಯ ಕಂಪನಾಂಕವು ಅಧಿಕವಾದಂತೆ, ಅದರ ತರಂಗಗಳ ತರಂಗದೂರವು ಚಿಕ್ಕದಾಗುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಧ್ವನಿಯ ಪ್ರಸಾರ ಹೊಂದುವಾಗ ವಾಯುವಿನ ಕಣಗಳು, ಧ್ವನಿಯು ಪ್ರಸಾರ ಹೊಂದುವ

ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೇ ಕಂಪಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಲಾಂಬಿಕ ತರಂಗ (Longitudinal Waves)ಗಳೆಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಧ್ವನಿಯ ತರಂಗಗಳು ಲಾಂಬಿಕ ತರಂಗಗಳು.

ಅನುರಣನ (Resonance)

ಯಾವುದೇ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಆಘಾತವನ್ನುಂಟುಮಾಡಿದಾಗ, ಆ ವಸ್ತುವು ಕಂಪಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುವದಲ್ಲದೆ, ಧ್ವನಿಯನ್ನೂ ಕೂಡ ಹೊರಹೊಮ್ಮಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಕಂಪನವನ್ನು ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಸಹಜಕಂಪನವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ ಶ್ರುತಿಕವಲನ್ನು ರಬ್ಬರಿನ ಚೌಕಕ್ಕೆ ತಾಡಿಸಿದಾಗ, ಅಥವಾ ತಂಬೂರಿಯ ತಂತಿಯನ್ನು ಮೀಂಟಿದಾಗ ಅವು ತಮ್ಮದೇ ಆದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕಂಪಿಸತೊಡಗುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳ ಕಂಪನಾಂಕಕ್ಕೆ ಸಹಜಕಂಪನಾಂಕ (Natural Frequency)ವೆಂದು ಹೆಸರು. ಶ್ರುತಿಕವಲಿನ ಮೇಲಂತೂ ಅದರ ಸಹಜಕಂಪನಾಂಕವನ್ನು ಕಾಣಿಸಿಯೇಬಿಟ್ಟಿರುತ್ತಾರೆ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ನಾವು ಇನ್ನೊಂದು ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸುವಾ.

ಒಂದು ರಬ್ಬರಿನ ಚೌಕಕ್ಕೆ ಶ್ರುತಿಕವಲಿನಿಂದ ಬಡಿದು, ಅದನ್ನು ನಾದಮಾಪಕ (Sonometer) ಮೇಲೆ ಇಟ್ಟಾಗ, ನಾದಮಾಪಕದ ತಂತಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಕೂಡ ಕೆಲಮಟ್ಟಿಗೆ ಕಂಪನಗಳುಂಟಾಗುವದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಧವಾದ ಕಂಪನಗಳನ್ನು ಬಲಾತ್ಕರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಕಂಪನಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಯಾಕೆಂದರೆ ನಾದಮಾಪಕದ ತಂತಿಯು ಕಂಪನ ಹೊಂದು

ವಂತೆ ಬಲಾತ್ಕರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ತಂತಿಯು ಸಹಜಕಂಪನಾಂಕವು ಶ್ರುತಿಕವಲಿನ ಕಂಪನಾಂಕಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿದ್ದರೆ, ಆ ಎರಡೂ ಧ್ವನಿತರಂಗದ ಸ್ವರೂಪ ಒಂದೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಮತ್ತು ಶ್ರುತಿಕವಲನ್ನು ತಂತಿಯ ಸಮೀಪ ಒಯ್ಯುವದಷ್ಟೇ ತಡ, ತಂತಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಕಂಪನಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ಆ ತಂತಿಯಲ್ಲಿ ಬಲಾತ್ಕರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಕಂಪನಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುವದರಲ್ಲಿ ನಾವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾದೆವೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಶ್ರುತಿಕವಲು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಕಂಪಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ, ನಾದಮಾಪಕದ ತಂತಿಯ ಕಂಪನಗಳ ಕಂಪನವಿಸ್ತಾರ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಲೇ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ಅನುರಣನವೆಂದೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಹಾಗೆ ನೋಡಿದರೆ ಈ ವಿದ್ಯಮಾನದಲ್ಲಿ ಬಲಾತ್ಕರಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಮತ್ತು ಬಲಾತ್ಕರಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವೆ ಯಾವ ಬಗೆಯು ನೇರವಾದ ಸಂಪರ್ಕವೂ ಇರುವದಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೆ ವಿವರಣೆಯನ್ನೀಯಲು ಉಯ್ಯಾಲೆಯ ತೂಗಾಟದ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಆಯ್ದುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಉಯ್ಯಾಲೆಯು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅದನ್ನು ತೂಗಿದಾಗ ಅದು ಒಂದು ಬದಿಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಅಂತರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಿ, ಅಲ್ಲಿಂದ ಹಿಂದಿರುಗಿ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಹಾಯ್ದು ಇನ್ನೊಂದು ಬದಿಗೆ ಹೋಗಿ ಪುನಃ ಹಿಂದಿರುಗಿ ಸಮಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಉಯ್ಯಾಲೆಯು ಒಂದು ಬದಿಗೆ ತನ್ನಿಂದಾದಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿನ ದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಿ, ಇನ್ನೇನು ಅದು ಹಿಂದಿರುಗಬೇಕೆನ್ನುವ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅದನ್ನು ಪುನಃ

ತೂಗಿದರೆ, ಅದು ಇನ್ನೊಂದು ಬದಿಗೆ, ಈಗ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸುತ್ತದೆ. ಅದು ಆ ಬದಿಗೆ ಹೋಗಿ ನಿಲ್ಲುವ ಸಮಯಕ್ಕೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಮತ್ತೆ ತೂಗಿದರೆ, ಉಯ್ಯಾಲೆಯು ಮುಂಚಿನ ಬದಿಗೆ ಮೊದಲು ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರಕ್ಕಿಂತಲೂ ಈ ಸಲ ಹೆಚ್ಚಿನ ದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸುತ್ತದೆ. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಉಯ್ಯಾಲೆಯನ್ನು ನಿರಂತರ ಬಲಕ್ಕೊಳಪಡಿಸಿದಾಗ, ಅದು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಎರಡೂ ದೆಸೆಗಳಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ದೂರವು (ಅಂದರೆ ಕಂಪನವಿಸ್ತಾರ) ಅಧಿಕವಾಗಿ ಕೊನೆಗೆ ಉಯ್ಯಾಲೆಯೇ ಹರಿದು ಬೀಳುವ ಸಂಭವವುಂಟು. ಅದರಂತೆ ನಾದಮಾಪಕದ ತಂತಿಯಲ್ಲುಂಟಾದ ಕಂಪನಗಳ ಕಂಪನವಿಸ್ತಾರ ಅತ್ಯಧಿಕವಾದಾಗ ತಂತಿ ಹರಿದು ಬೀಳುವದುಂಟು. ಇದೇ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ವ್ಯಾಪಕದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಅವಲೋಕಿಸೋಣ.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳು ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳೆಂಬ ಮೂಲಕಣಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತದೆಂಬುದು ಸರ್ವವಿದಿತವಾದ ವಿಷಯ. ವಸ್ತುವನ್ನು ಆಘಾತಕ್ಕೊಳಪಡಿಸಿದಾಗ, ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿಯ ಕಣಗಳು ಕಂಪಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಕಂಪನಗಳ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಆ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಧ್ವನಿಯು ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಯಾವದೇ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಅನುನಾದವನ್ನುಂಟುಮಾಡಿದಾಗ, ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಕಣಗಳ ಕಂಪನವಿಸ್ತಾರ ಹೆಚ್ಚುತ್ತ ಹೋಗಿ ಕೊನೆಗೆ ಅವು ವಸ್ತುವಿನಿಂದಲೇ ಸಿಡಿದುಹೋಗುವ ಸಂಭವವಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ

ಕಣಗಳೆಲ್ಲ ಸಿಡಿದುಹೋದಾಗ ಆ ವಸ್ತುವು ಚೂರುಚೂರಾಗಿ ಬಿಡುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇತಿಹಾಸಪ್ರಸಿದ್ಧ ಗಾಯಕ ಬೈಜೂ, ಕಲ್ಲಿನ ಸಹಜಕಂಪನಾಂಕದಲ್ಲಿಯೇ ಸ್ವರ ತೆಗೆದು ಹಾಡಿ ಕಲ್ಲನ್ನು ಕರಗಿಸಿದ್ದರೆ ಅದು ಆಶ್ಚರ್ಯವೇನಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ಅವೈಜ್ಞಾನಿಕವೂ ಅಲ್ಲ. ಗಾಜಿನ ಲೋಟವೊಂದನ್ನು ಕೆಲವೊಂದು ಅಂತರದ ಮೇಲಿರಿಸಿ, ಅದರ ಸಹಜಕಂಪನಾಂಕದಷ್ಟೇ ಕಂಪನಾಂಕವುಳ್ಳ ಸ್ವರ ಹೊರಡಿಸಿ, ಆ ಲೋಟವು ಒಡೆಯುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಗಾಯಕರು ಈಗಲೂ ಉಂಟೆಂಬುದನ್ನು ನಾವು ಆಗಾಗ್ಗೆ ಕೇಳುತ್ತೇವೆ. ಇಂಗ್ಲಂಡಿನಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಕಟ್ಟಿಗೆಯ ಸೇತುವೆಯ ಮೇಲೆ, ಸೈನ್ಯದ ತುಕಡಿ ಮಾರ್ಚ ಮಾಡುತ್ತ ಹೋದಾಗ ಆ ಸೇತುವೆ ಮುರಿದುಬಿದ್ದ ಘಟನೆ ಜನಜನಿತವಾಗಿದೆ. ಇವೆಲ್ಲ ಅನುರಣನ ಉದಾಹರಣೆಗಳು.

೩. ಶ್ರವಣಕ್ಷೇತ್ರ

ಕಂಪನಗಳಿಂದ ಧ್ವನಿಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ನಾವು ಈಗಾಗಲೇ ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ. ಆದರೆ ಎಲ್ಲ ತೆರನಾದ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ನಾವು ಕೇಳುವದು ಶಕ್ಯವಿದೆಯೆ? ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಕೈಯನ್ನಲ್ಲಾಡಿಸುವದರಿಂದ ಉಂಟಾದ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ನಾವು ಕೇಳಲಾರೆವು. ಆದ್ದರಿಂದ ನಮ್ಮ ಕಿವಿಯ ಶ್ರವಣಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಅನಂತವಾಗಿರದೆ ಅದಕ್ಕೂ ಕೂಡ ಒಂದು ಮಿತಿಯಿದೆಯೆಂದು ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ. ಶ್ರವಣಮಿತಿಯನ್ನು ತಿಳಿಯುವದಕ್ಕಿಂತ ಪೂರ್ವದಲ್ಲಿ ನಾವು ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಬಹುದಾದ ಬಗೆಯನ್ನು ತಿಳಿಯಲೆತ್ನಿಸೋಣ. ಧ್ವನಿಯನ್ನು ನಾವೆಲ್ಲ ಕಿವಿಯ ಮೂಲಕ ಕೇಳುತ್ತೇವೆ. ಕಿವಿಯಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಮೂರು ಭಾಗಗಳುಂಟು. ಒಂದು ಹೊರಕಿವಿ, ಎರಡನೆಯದು ನಡುವಿನ ಕಿವಿ, ಮೂರನೆಯದು ಒಳಕಿವಿ. ಒಳಕಿವಿಯಲ್ಲಿ ಸಹಸ್ರಾರು ನರಗಳಿಂದ ಸಂಯೋಜಿತವಾದ 'ಕಾಕ್ಲಿಯಾ' ಎಂಬ ಅಂಗವೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಬಹುದಾದ ಮುಖ್ಯವಾದ ಅಂಗ. ಕಾಕ್ಲಿಯಾದಲ್ಲಿ ನರಗಳು ಬಿಗಿಯಾಗಿ ಎಳೆದು ಕಟ್ಟಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ನರತಂತುವಿನ ಕಂಪನಾಂಕ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿಯೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಯಾವದೇ ಒಂದು ಧ್ವನಿಯು ನಮ್ಮ ಕಿವಿಯ ಮೇಲೆರಗಿದಾಗ, ಆ ಧ್ವನಿ

ಯಷ್ಟೇ ಸಹಜ ಕಂಪನಾಂಕವಿದ್ದಂತಹ ಕಾಕ್ಲಿಯಾಡಲ್ಲಿಯ ನರ ತಂತುವು, ಅನುರಣನವುಂಟಾಗುವದರಿಂದ, ಕಂಪಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ. ಕಾಕ್ಲಿಯಾದ ನರತಂತುಗಳ ಕಂಪನ ದಿಂದುಂಟಾದ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಮೆದುಳಿಗೆ ತಲುಪಿಸಬಹುದಾದ ಅಂತರ್ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿರುತ್ತದೆ. ನಾವು ಯಾವುದೇ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಆಲಿಸಬೇಕಾದರೆ, ಈ ಕಾರ್ಯ ಕಿವಿಯ ಅಂತರ್ಯದಲ್ಲಿ ನಡೆದೇ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಕಾಕ್ಲಿಯದಲ್ಲಿದ್ದ ನರತಂತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಧ್ವನಿಯ ಕಂಪನಾಂಕ ೨೦ಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದರೆ, ಅಂತಹ ಧ್ವನಿಯು ಕಾಕ್ಲಿಯದಲ್ಲಿದ್ದ ನರ ತಂತುಗಳ ಪೈಕಿ ಯಾವ ತಂತುವನ್ನೂ ಅನುರಣನವನ್ನುಂಟು ಮಾಡಿ ಕಂಪಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಲಾರದು. ಆದ್ದರಿಂದ ಆ ಧ್ವನಿಯು ನಮಗೆ ಕೇಳಿಸಲಾರದು. ಇಂತಹ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಅಶ್ರಾವ್ಯ (Infrasonic) ಧ್ವನಿಯೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇದೇ ಬಗೆಯಾಗಿ ಧ್ವನಿಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ವಸ್ತುವಿನ ಕಂಪನಾಂಕ ೨೦,೦೦೦ಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿಗಿದ್ದರೆ ಆ ಧ್ವನಿ ಯನ್ನೂ ಕೂಡ ನಾವು ಕೇಳಲಾರೆವು. ಇಂತಹ ಧ್ವನಿಗೆ ಶ್ರವಣಾತೀತ (Ultrasonic) ಧ್ವನಿಯೆಂದು ಹೆಸರು. ಅಂದರೆ ನಾವು ೨೦ ರಿಂದ ಮೊದಲುಗೊಂಡು ೨೦,೦೦೦ ಕಂಪ ನಾಂಕಗಳಿಂದುಂಟಾದ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಕೇಳಲು ಸಮರ್ಥರಿದ್ದೇವೆ. ಈ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು 'ಶ್ರವಣಕ್ಷೇತ್ರ'ವೆಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ಶ್ರವಣಕ್ಷೇತ್ರದ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯು ಸ್ಥಿರವಾಗಿರದೆ ಮನುಷ್ಯನ ವಯಸ್ಸಿಗನುಗುಣವಾಗಿ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ೩೫ ವರ್ಷ ವಯ

ಸ್ಸಿನ ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿ ೧೬,೦೦೦ ಗಳ ವರೆಗಿನ ಕಂಪನಾಂಕಗಳಿಂದುಂಟಾದ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಲು ಸಮರ್ಥ. ಆದರೆ ಅದೇ ೪೭ ವರ್ಷ ವಯಸ್ಸಿನ ವ್ಯಕ್ತಿ ೧೩,೦೦೦ ಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕಂಪನಾಂಕಗಳಿಂದುಂಟಾದ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಲಾರ. ಸಂಗೀತದ ಸ್ವರಗಳ ಕಂಪನಾಂಕಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ೪೦ ರಿಂದ ೪,೦೦೦ ಕಂಪನಾಂಕಗಳ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಕಂಪನಾಂಕಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಶ್ರವಣದ ಕನಿಷ್ಠ ಮಿತಿ ೨೦ ಕಂಪನಾಂಕಗಳು ಮತ್ತು ಪರಮಮಿತಿ ೨೦,೦೦೦ ಕಂಪನಾಂಕಗಳಿದ್ದಂತೆ, ಧ್ವನಿಯ ತೀವ್ರತೆಗೂ ಕೂಡ ಎರಡು ಮಿತಿಗಳಿರುತ್ತವೆ.

ಧ್ವನಿಯ ತೀವ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಹೋಗಿ ಅದು ೧೩೦ ಡೆಸಿಬೆಲ್*ಗಳಾದಾಗ, ಅಂತಹ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಕೇಳಿದರೆ ನಮ್ಮ ಕಿವಿಯಲ್ಲಿ ಯಾತನೆಯ ಅನುಭವವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ೧೩೦ ಡೆಸಿಬೆಲ್‌ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ತೀವ್ರತೆಯುಳ್ಳ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ನಮ್ಮ ಕಿವಿಯು ಸಹಿಸಲಾರದು. ಈ ಮಿತಿಯನ್ನು ಶ್ರವಣದ ಪರಮಮಿತಿಯೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಯಾವದೇ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಹೊರಸೂಸಲ್ಪಡುವ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಕ್ಷೀಣಗೊಳಿಸುತ್ತ ಹೋದಂತೆ, ಆ ಧ್ವನಿಯ ಶ್ರವಣದ ಅನುಭವ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಹೋಗಿ ಕೊನೆಗೆ ಅದು ನಮಗೆ ಕೇಳಿಸದಂತಾಗುತ್ತದೆ.

* ಸಾಮಾನ್ಯ ಶ್ರವಣಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಮನುಷ್ಯ ಕೇಳಬಹುದಾದ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ತೀವ್ರತೆಗೆ ಡೆಸಿಬೆಲ್ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಅಂದರೆ ನಮ್ಮ ಕಿವಿಯು ಗ್ರಹಿಸಬಹುದಾದ ಅತ್ಯಂತ ಕ್ಷೀಣತಮ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಶ್ರವಣದ ಕನಿಷ್ಠ ಮಿತಿಯೆಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ತೀವ್ರತೆಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟಂತೆ ಶ್ರವಣಕ್ಷೇತ್ರವು ಸಾಕಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾದ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆಯೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಯಾಕಂದರೆ ಪರಮಮಿತಿಯ ಧ್ವನಿಯು ಹೊಂದಿದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು, ಕ್ಷೀಣತಮ (ಕನಿಷ್ಠಮಿತಿ) ಧ್ವನಿಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ೧೦,೦೦೦,೦೦೦,೦೦೦,೦೦೦ ಪಟ್ಟು ಇರುತ್ತದೆಂದಾಗ ಮಾನವನ ಶ್ರವಣಕ್ಷೇತ್ರವು ವ್ಯಾಪಿಸಿದ ವಿಸ್ತಾರದ ಕಲ್ಪನೆ ನಮಗೆ ಬಂದೀತು !

೪. ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿ

ಇಪ್ಪತ್ತು ಸಹಸ್ರ ಕಂಪನಾಂಕಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕಂಪನಾಂಕಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ನಮ್ಮ ಕಿವಿಗಳಿಗಿಲ್ಲದಿರುವದರಿಂದ ಅಂತಹ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗ್ಗೆ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ನಾವೀಗಾಗಲೇ ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ. ನೀರವವಾಗಿದ್ದ ರಾತ್ರಿಯಲ್ಲಿ ನಾಯಿಗಳು ಒಮ್ಮೆಂದೊಮ್ಮೆಲೆ ಬೊಗಳಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುವದನ್ನು ಅನೇಕ ಸಲ ನಾವು ಕೇಳುತ್ತವೆ. ಹಾಗೆ ನೋಡಿದರೆ ನಮಗೆ ಯಾವ ಸದ್ದೂ ಕೇಳಿಸಿರುವದಿಲ್ಲ. ಅಂದ ಮಾತ್ರಕ್ಕೆ ಧ್ವನಿಯೇ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಿರುವದಿಲ್ಲವೆಂದರ್ಥವಲ್ಲ. ಅದನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಲು ನಾವು ಅಸಮರ್ಥರಿರಬಹುದು ಅಷ್ಟೆ. ಆಗಿನ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಧ್ವನಿಯು ಕಂಪನಾಂಕ ಇಪ್ಪತ್ತು ಸಹಸ್ರಕ್ಕಿಂತಲೂ ಮಿಗಿಲಾಗಿರುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯೂ ಕೂಡ ಇರುವದರಿಂದ, ಅದು ನಮಗೆ ಕೇಳಿಸದೆ ನಾಯಿಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಕೇಳಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುವದಕ್ಕಾಗಿ ಗಾಲ್ಟನ್ ಎಂಬವನು ಶ್ರವಣಾತೀತಧ್ವನಿಯನ್ನುತ್ಪಾದಿಸುವ ಪೀಪಿಯನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದನು. ಈ ಪೀಪಿಯನ್ನೂದಿದಾಗ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದ ಗಾಲ್ಟನ್‌ನ ನಾಯಿಯು ಓಡಿ ಬರುತ್ತಿತ್ತು. ಆದರೆ ಅದೇ ಸದ್ದು ಪೀಪಿಯ ಬಳಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಇದ್ದವರಿಗೆ ಕೇಳಿಸುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಕೊನಿಗ್‌ನು ೧೮೯೯ರಲ್ಲಿಯೇ ಸುಮಾರು ತೊಂಭತ್ತು ಸಹಸ್ರ ಕಂಪನಾಂಕ

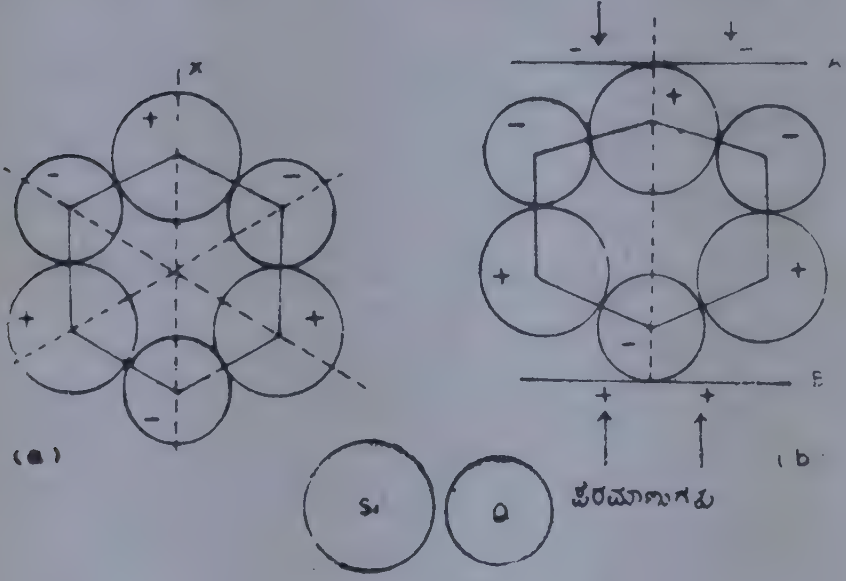
ಪ್ಲ್ಯ ಶ್ರುತಿಕವಲುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದ್ದನು. ಆದರೆ ಅವು ಕೇವಲ ಅಲ್ಪಕಾಲದ ವರೆಗೆ ಮಾತ್ರ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದವು. ರೇಡಿಯೋ ವ್ಹಾಲ್ವಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಬಳಿಕ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಹೊಸ ವಿಧಾನಗಳು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ ಬಂದವು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖವಾದ ಎರಡು ವಿಧಾನಗಳನ್ನಿಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸ-ಲಾಗಿದೆ. ಒಂದನೆಯದು ವಿದ್ಯುತ್ಸಮ್ಮರ್ದ ಪರಿಣಾಮ (Piezo electric effect), ಎರಡನೆಯದು ಕಾಂತವಿಕೃತಿ ಪರಿಣಾಮ (Magnetostriction effect).

ವಿದ್ಯುತ್ಸಮ್ಮರ್ದ ಪರಿಣಾಮ :

ಈ ವಿದ್ಯಮಾನದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಸ್ಪಂದನಗಳು ಯಾಂತ್ರಿಕ ಸ್ಪಂದನಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಆ ಬಗೆಯನ್ನು ಕೆಳಗೆ ವಿವರಿಸಿದೆ.

ಈ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಾಚಶಿಲೆ (Quartz) ಯಂತಹ ಸ್ಫಟಿಕಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಕಾಚ ಶಿಲೆಯನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸೂತ್ರವು SiO_2 ಇರುತ್ತದೆ. ಆ ಶಿಲೆಯ ರಚನೆಯು ಮೂರು ಸಿಲಿಕಾನ್ ಪರಮಾಣು ಮತ್ತು ಆರು ಆಮ್ಲಜನಕ (Oxygen) ದ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತದೆ. ಅದನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಚಿತ್ರ ೨ ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಿಲಿಕಾನ್‌ನ ಪರಮಾಣು ವಿನ ಮೇಲೆ ನಾಲ್ಕು ಧನವಿದ್ಯುದಂಶಗಳೂ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು

ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೇಲೆ ಎರಡು ಋಣವಿದ್ಯು ದಂಶಗಳೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಪ್ರಕಾರ ಕಾಚಶಿಲೆ ಯಲ್ಲಿ ಮೂರು ಸಿಲಿಕಾನ್ ಮತ್ತು ಆರು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳಿರುವದರಿಂದ, ಅದರಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ಹನ್ನೆರಡು ಧನ ವಿದ್ಯುದಂಶಗಳೂ ಮತ್ತು ಹನ್ನೆರಡು ಋಣವಿದ್ಯುದಂಶಗಳೂ



ಚಿತ್ರ : ೨

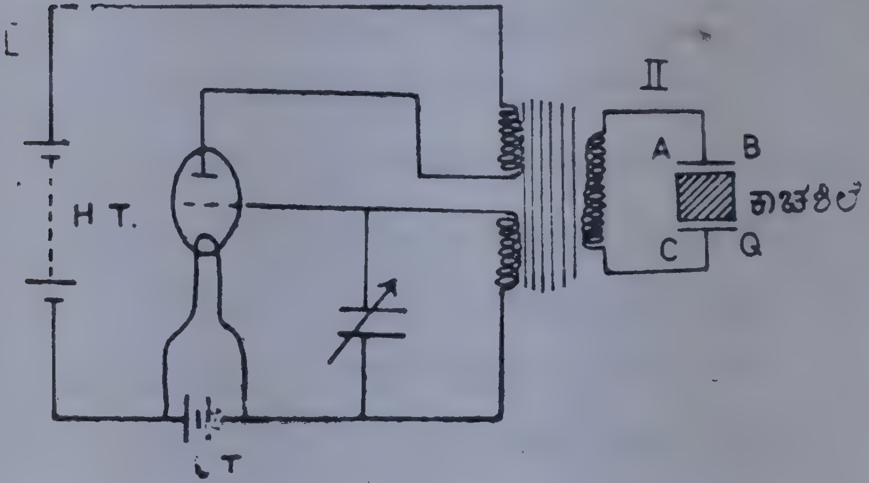
ಇರುವದರಿಂದ ಶಿಲೆಯು ತಟಸ್ಥ ಜಾಗ್ರತಿಯುಳ್ಳದ್ದಿರುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಮೂರೇ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಕಂಡರೂ ಅವುಗಳಿಗಂಟಿಕೊಂಡೇ, ಪ್ರತಿಯೊಂದರ ಹಿಂದೆ ಒಂದೊಂದರಂತೆ ಇನ್ನೂ ಮೂರು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣು ಗಳಿರುತ್ತವೆ. (ಅದನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿಲ್ಲ) ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕ ವೃತ್ತಗಳು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದರೆ ದೊಡ್ಡ ವೃತ್ತಗಳು ಸಿಲಿಕಾನ್ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸು

ತ್ತವೆ. ಸ್ಫಟಿಕವನ್ನು x–ಅಕ್ಷದಗುಂಟ ಒತ್ತಡಕ್ಕೊಳಪಡಿಸಿದಾಗ, ಚಿತ್ರ ೨(b) ದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ಸಿಲಿಕಾನ್ ಪರಮಾಣುವು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳ ಮಧ್ಯೆ, ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವು ಸಿಲಿಕಾನ್ ಪರಮಾಣುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಹಿಸುಕಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಸ್ಫಟಿಕವು ತನ್ನ ತಟಸ್ಥ ಗುಣವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಮತ್ತು A ಹಾಗೂ B ವಿದ್ಯುದಾಗ್ರಗಳ ಮೇಲೆ ವಿದ್ಯುದಂಶಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಸಮ್ಮರ್ದ ವಿದ್ಯುತ್ಪರಿಣಾಮವೆಂದೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಯಾಗಿ ಸ್ಫಟಿಕದ ಎರಡೂ ಬದಿಗಳಲ್ಲಿ ವಿಭವಾಂತರವನ್ನುಂಟುಮಾಡಿದರೆ, ಸ್ಫಟಿಕವು ಒತ್ತಡಕ್ಕೊಳಗಾಗುತ್ತದೆ. ತತ್ಫಲವಾಗಿ ಅದು ಪ್ರಸರಣಾಕುಂಚನ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಪ್ರಸರಣ ಮತ್ತು ಆಕುಂಚನ ಹೊಂದುವ ದರವು, ಸ್ಫಟಿಕದ ಮೇಲೆ ಕಾರ್ಯಮಾಡುವ ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭವದ ಕಂಪನಾಂಕವನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಸ್ಫಟಿಕವನ್ನು ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೊಳಪಡಿಸಿದಾಗ, ಆ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಕಂಪನಾಂಕದಷ್ಟು ಸಲ ಸ್ಫಟಿಕವು ಪ್ರಸರಣ ಮತ್ತು ಆಕುಂಚನ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಅದು ಕಂಪಿಸುತ್ತದೆಂದು ಹೇಳಿದರೆ ಅದೂ ಸರಿಯಾದ ಮಾತು. ಈ ಪರಿಣಾಮವು ಮೊದಲಿನ ವಿದ್ಯಮಾನಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಯಾಗಿ ನಡೆಯುವದರಿಂದ ಇದನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಸಮ್ಮರ್ದ ಪರಿಣಾಮವೆಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನದ ನೆರೆಗೆ ನಾವು ಎಷ್ಟು ಅಧಿಕ ಕಂಪನಾಂಕವುಳ್ಳ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಲು ಸಮರ್ಥರಾಗುತ್ತೇವೆಯೋ,

ಅಷ್ಟು ಸಲ ಸ್ಫಟಿಕವು ಕಂಪಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಕಾಚಶಿಲೆಯೊಂದೇ ಅಲ್ಲದೆ ರೊಷಲೆ ಲವಣ, ಲೀಥೀಯಂ ಸಲ್ಫೇಟ ಮೊನೊಹೈಡ್ರೈಡ, ಅಮೋನಿಯಂ ಡೈ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಫಾಸ್ಫೇಟ, ಬೇರಿಯಂ ಟಿಟ್ಯಾನೇಟ ಮತ್ತು ಪೊಟ್ಯಾಶಿಯಂ ಝಿರ್ಕೋನಿಯಂ ಟಿಟ್ಯಾನೇಟಗಳು ಕೂಡ ಸಮ್ಮರ್ದ ವಿದ್ಯುತ್ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಜೂಲಿಯೆಟ್ ಮತ್ತು ಪಿಯರೆ ಕ್ಯೂರಿ ಅವರು ೧೮೮೦ರಲ್ಲಿಯೇ ಕಂಡು ಹಿಡಿದಿದ್ದರೂ ಕೂಡ ವ್ಹಾಲ್ವಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯಾಗುವವರೆಗೆ ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಲು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಲಿಲ್ಲ.

೧೯೧೭ರಲ್ಲಿ ಲ್ಯಾಂಗೆವ್ಹಿನ್ನನು ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಹೊರ ಹೊಮ್ಮಿಸುವ ಸಮ್ಮರ್ದ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕವನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದನು. ಅವನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಉಪಕರಣವನ್ನು ಚಿತ್ರ ೩ ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ. ಚಿತ್ರ ೩ ರಲ್ಲಿ ಎರಡು ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲಗಳಿರುತ್ತವೆ. ೧ನೆಯ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲವನ್ನು ಕಂಪನ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ತ್ರಿದಳ (Triode) ವ್ಹಾಲ್ವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ. ಎರಡನೆಯ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ AB ಹಾಗೂ CD ಗಳು ಎರಡು ಲೋಹದ ಪಟ್ಟಿಗಳಿದ್ದು ಅವುಗಳ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ, ಅನುಕೂಲವಾದ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಕತ್ತರಿಸಿಕೊಂಡ ಕಾಚಶಿಲೆಯ ತುಂಡೊಂದನ್ನು ಕೂಡ್ರಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಕಂಪನ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದ ಮೂಲಕ, ಎರಡನೆಯ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವುಂಟಾಗುವಂತೆ ಪ್ರೇರೇಪಿಸ

ಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು AB ಮತ್ತುCD ಲೋಹದ ಪಟ್ಟಿಗಳ ನಡುವೆ ವಿಭವಾಂತರವನ್ನುಂಟು



ಚಿತ್ರ 3

ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಅವೆರಡರ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಕಾಚಶಿಲೆಯ ತುಂಡು ಇರುವದರಿಂದ, ಅಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಸಮ್ಮರ್ದ ಪರಿಣಾಮವುಂಟಾಗಿ, ಅದು ಕಂಪಿಸತೊಡಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಂಪನಗಳ ವಿಸ್ತಾರ ತೀರ ಕಡಿಮೆಯಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇವುಗಳ ಪ್ರಸಾರ ಹೊಂದುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಕಡಿಮೆಯಿರುವದಲ್ಲದೆ ಅವು ಜೀವಿಸುವ ಕಾಲವೂ ಕೂಡ ಅತ್ಯಲ್ಪವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಕಂಪನಾಂಕವು ಕಾಚಶಿಲೆಯ ಸಹಜಕಂಪ ನಾಂಕಕ್ಕೆ ಸಮನಾದರೆ, ಆಗ ಅನುರಣನವುಂಟಾಗಿ ಅಧಿಕ ಕಂಪನವಿಸ್ತಾರವುಳ್ಳ ಮತ್ತು ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಬಲವಾದ ಶ್ರವಣಾ ತೀತ ಧ್ವನಿ ತರಂಗಗಳು ದೊರೆಯುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ಕಂಪನ

ವಿಸ್ತಾರ ಸುಮಾರು ೦.೦೧೫ ಮಿಲಿಮೀಟರುಗಳಿರುತ್ತದೆ. ಸಂಗ್ರಾಹಕ C ಯ ಮೂಲಕ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಕಂಪನಾಂಕವು, ಕಾಚಶಿಲೆಯ ಸಹಜಕಂಪನಾಂಕಕ್ಕೆ ಸಮ-ನಾಗುವಂತೆ ಅದನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಈ ಪ್ರಯೋಗ ದಿಂದ ೫,೪೦,೦೦೦ ಕಂಪನಾಂಕವುಳ್ಳ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿ-ಯನ್ನು ಪಡೆಯಲಾಯಿತು. ಕಾಚಶಿಲೆಯ ಬದಲಾಗಿ ತೂರ್ಮಾ ಲಿನ್ ಸ್ಫಟಿಕವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ೧೫೦,೦೦೦,೦೦೦ ಕಂಪನಾಂಕವುಳ್ಳ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ದೊರಕಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಆದರೆ ಇಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿನ ಕಂಪನಗಳನ್ನು ತಡೆದುಕೊಳ್ಳ ಲಾಗದೆ ಸ್ಫಟಿಕಗಳು ಸಿಡಿದು ಚೂರು ಚೂರಾಗುವ ಸಂಭವವೇ ಹೆಚ್ಚು.

ಕಾಂತವಿಕೃತಿ ಪರಿಣಾಮ (Magnetostriction Effect)

ಉಕ್ಕು, ನಿಕ್ಕಲ್ ಮುಂತಾದ ಲೋಹದ ದಂಡಗಳನ್ನು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೊಳಪಡಿಸಿದಾಗ, ಅವುಗಳ ಉದ್ದಳತೆ ಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಮುಖಾಂತರ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ನಿರ್ಮಿ ಸಿದರೆ, ಆ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಕಂಪನಾಂಕದ ಸಂಖ್ಯೆಯಷ್ಟು ಸಲ ಆ ದಂಡದ ಉದ್ದಳತೆಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ದಂಡವು ಲಾಂಬಿಕವಾಗಿ ಕಂಪಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ತತ್ವ ವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಒಂದು ತಂತಿಯ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣದ ದಂಡವನ್ನಳವಡಿಸಿ, ಆ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಹಾಯಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಸಮ್ಮರ್ದ ಜನಕ

ದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದ, ಕಂಪನವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸಂಗ್ರಾಹಕದ ಮೂಲಕ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಕಂಪನಾಂಕವು, ದಂಡದ ಸಹಜ ಕಂಪನಾಂಕಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗುವಂತೆ ಅಳವಡಿಸಿದಾಗ ಅನುರಣನವುಂಟಾಗಿ, ಪ್ರಬಲವಾದ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿ ತರಂಗಗಳು ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ಜಿ. ಡಬ್ಲೂ. ಪಿಯರ್ಸ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ಕೇವಲ ೧,೦೦,೦೦೦ ಕಂಪನಾಂಕವುಳ್ಳ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು.

ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯ ಗುಣಧರ್ಮಗಳು :

ತರಂಗದೂರವು ಕಂಪನಾಂಕದ ವಿಲೋಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ನಾವೀಗಾಗಲೆ ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ. ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯ ಕಂಪನಾಂಕ ಅತ್ಯಧಿಕವಾಗಿರುವದರಿಂದ, ಅದರ ತರಂಗ ದೂರ ತೀರ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ತೆರೆಗಳೇಳುವುದನ್ನು ನಾವು ನೋಡಿದ್ದೇವೆ. ಝಂಝಾ ವಾತಕ್ಕೆ ಸಿಕ್ಕಿ ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ ತೆರೆಗಳುಂಟಾದಾಗ, ಆ ತೆರೆಗಳ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಬಂಡೆಗಲ್ಲಿನಂತಹ ಅಡೆತಡೆ ಬಂದರೆ, ಅವು ಅದರ ಮೇಲ್ಹಾಯ್ದು ಮುಂದೆ ಸಾಗುತ್ತವೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಅದೇ ತೆರೆಗಳು ಚಿಕ್ಕವಿದ್ದರೆ, ಅವು ಬಂಡೆಗಲ್ಲಿಗೆ ತಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಈ ತತ್ವದ ಕಾರಣದಿಂದ ತೀರ ಚಿಕ್ಕದಾದ ತರಂಗ ದೂರವುಳ್ಳ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗಗಳು ಚಲಿಸುವ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಅಡತಡೆಗಳು ಬಂದರೆ ಅವು ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದು

ತ್ತವೆ. ಈ ಗುಣಧರ್ಮವನ್ನು ಮಾನವನ ಉಪಯೋಗಕ್ಕಾಗಿ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ.

ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯ ಶಕ್ತಿ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳು ಅಪಾರ, ಸಾಮಾನ್ಯ ಧ್ವನಿಯ ಶಕ್ತಿಗಿಂತ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯ ಶಕ್ತಿ ಎಷ್ಟೋ ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಸೆಕಂದಿನಲ್ಲಿ ಅದು ಸಹಸ್ರಾರು ಸಲ ಕಂಪಿಸುವದರಿಂದ, ಅದು ಚಲಿಸುವ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಒತ್ತಡವನ್ನುಂಟು ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ಒತ್ತಡವು ಅತ್ಯಧಿಕ-ವಾಗಿರುವದರಿಂದ, ತನ್ಮೂಲಕ ಉಂಟಾಗುವ ಶಾಖದ ಪ್ರಮಾಣವೂ ಕೂಡ ಅದಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿಯೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಕಲ್ಲುಹರಳು ಮುಂತಾದ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿ ತರಂಗಗಳ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೊಳಪಡಿಸಿದಾಗ, ಅವೂ ಕೂಡ ಸೆಕಂದಿಗೆ ಸಹಸ್ರಾರು ಸಲ ಕಂಪಿಸಿ ಸಿಡಿದು ಚೂರು ಚೂರಾಗಿ ಚೂರ್ಣ-ವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗಗಳ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೊಳಗಾದ ವಸ್ತುಗಳ ಸ್ವರೂಪಗಳಲ್ಲಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ತುಂಬಾ ರೋಚಕವಾಗಿವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಜೀವನದ ಹಲವಾರು ರಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ.

ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ಶ್ರವಣಾತೀತಧ್ವನಿ :

ಕೆಲವೊಂದು ಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಹೊರಡಿಸಬಲ್ಲ ಶಕ್ತಿ ನಿಸರ್ಗದತ್ತವಾಗಿಯೇ ಬಂದಿರುತ್ತದೆ. ಲಂಡನ್ನಿನ ಪ್ರೊ|| ಹಾರ್ಟರಿಜ್ ಅವರು ತೊಗಲುಬಾವಲಿಗಳು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಅದರ ಕಂಪನಾಂಕ ಸುಮಾರು ೪೦,೦೦೦ ಗಳ ವರೆಗೆ ಇದ್ದುದು

ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಅಲ್ಲದೆ ಬಾವಲಿಯು ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾಗಿ ಶ್ರವಣಾತೀತಧ್ವನಿಯನ್ನು ಹೊರಡಿಸುವದಿಲ್ಲ. ಒಂದು ಸೆಕಂದಿನಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಹತ್ತು ಸಲ ಈ ಬಗೆಯ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಹೊರಡಿಸುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ಕೋಣೆಯ ತುಂಬ ತಂತಿಯ ಸುರುಳಿಯನ್ನು ಪ್ರಸರಿಸಿ, ಅದರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಹರಿಯಿಸಿ, ಅದೇ ಕೋಣೆಯಲ್ಲಿ ಬಾವಲಿಯೊಂದನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಕೋಣೆಯ ಬಾಗಿಲನ್ನು ಮುಚ್ಚಿಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು. ಆಗ ಬಾವಲಿಯ ಮುಖದಿಂದ ಚಿಮ್ಮಿಕೊಂಡು ಬರುವ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗಗಳು, ಅವುಗಳ ಗುಣಧರ್ಮದ ಪ್ರಕಾರ, ವಿದ್ಯುತ್ ತಂತಿಗಳಿಗೆ ತಾಗಿದಾಗ ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದುತ್ತಿದ್ದವು. ಹೀಗೆ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿದ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಬಾವಲಿಯು ಗ್ರಹಿಸುತ್ತಿದ್ದಿತು. ಆದ್ದರಿಂದ ಅಪಾಯದ ಸೂಚನೆಯನ್ನರಿತುಕೊಂಡು ಅದು ಕೋಣೆಯಲ್ಲಿಯ ತಂತಿಯ ಯಾವ ಭಾಗಕ್ಕೂ ನೇತಾಡದೇ ಗಂಟಿಗಟ್ಟಲೇ ಹಾರಾಡುತ್ತಲೇ ಇದ್ದಿತು. ಬಾಗಿಲನ್ನು ತೆರೆಯುವದೊಂದೇ ತಡ, ಹೊರಗೆ ತೂರಿಕೊಂಡು ಹೋಯಿತು. ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಬಾವಲಿಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಮಾತನಾಡಬೇಕಾದರೂ ಕೂಡ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯನ್ನೇ ಬಳಸುತ್ತವೆಂದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ತರ್ಕಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಮತ್ತು ಈ ಬಗೆಯ ಧ್ವನಿಯು ಬಾವಲಿಗಳ ಗಂಟಲು ಕುಹರದಲ್ಲಿರುವ ಧ್ವನಿ ತಂತುಗಳ ಕಂಪಿಸುವಿಕೆಯಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತಿರಬಹು-ದೆಂದು ಊಹಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಬಾವಲಿಗಳು ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಯಾವ ರೀತಿಯಾಗಿ ಗ್ರಹಿಸುತ್ತವೆಂಬುದು ನಿಶ್ಚಿತವಾಗಿ ತಿಳಿದಿಲ್ಲ.

೪. ಜೀವನರಂಗದಲ್ಲಿ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿ

ಬೆರಕೆಯಾಗದ ಪ್ರವಾಹಿಗಳಲ್ಲಿ ಈ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ಪ್ರವಾಹಿಗಳನ್ನು ಜೋರಾಗಿ ಕುಲುಕಿದಂತಾಗಿ ಒಂದೇ ದ್ರಾವಣವು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ ನೀರು ಮತ್ತು ಎಣ್ಣೆ ಎರಡನ್ನೂ ಒಂದೇ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ ಕೆಲಹೊತ್ತಿನ ವರೆಗೆ ಧ್ವನಿತರಂಗಗಳನ್ನು ಹಾಯಿಸಬೇಕು. ಬಳಿಕ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ನೀರು ಮತ್ತು ಎಣ್ಣೆಯ ಬದಲಾಗಿ, ಅವೆರಡೂ ಸೇರಿ ಉಂಟಾದ ಒಂದು ಹೊಸಬಗೆಯ ದ್ರಾವಣವೇ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಈ ದ್ರಾವಣವು ನೀರಿನ ಗುಣ ಧರ್ಮವನ್ನಾಗಲೀ, ಅಥವಾ ಎಣ್ಣೆಯ ಗುಣಧರ್ಮವನ್ನಾಗಲೀ ಹೊಂದಿರದೇ, ಅದರ ಸ್ವಭಾವವೇ ಸಂಪೂರ್ಣ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತ ದಲ್ಲದೆ, ಅದು ಸಜಾತೀಯ ಸ್ಥಿರವಾದ ದ್ರಾವಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಛಾಯಾಗ್ರಾಹಕ ಫಲಕದ ಮೇಲೆ ಲೇಪಿಸಲ್ಪಡುವ ಎಮಲ್ಶನ್ (Emulsion) ಎಂಬ ದ್ರಾವಣವನ್ನು ತಯಾರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಪ್ಯಾರಾಫಿನ್‌ನಂತಹ ಅವ್ಯವಸ್ಥಿತ ಚೂರ್ಣಗಳನ್ನು ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗಗಳ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೊಳಪಡಿಸಿದಾಗ ಅವು ಸ್ಫಟಿಕಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡು ತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಕೆಲವೊಂದು ರಾಸಾಯನಿಕ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳು ತೀವ್ರಗೊಳಿಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಿಗಿರುವ ಅಪಾರ ಶಕ್ತಿಯ ಕಾರಣದಿಂದ, ಬಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಅದರಲ್ಲಿಯೂ

ವಿಶೇಷವಾಗಿ ರೇಶಿಮೆ ಬಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಸ್ವಚ್ಛಗೊಳಿಸಲು, ಇವು ಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ ಕಾರಖಾನೆ ಗಳಲ್ಲಿ ಗಗನವನ್ನು ಚುಂಬಿಸುತ್ತ ಹೊಗೆ ಕಾರುವ ನೀಳವಾದ ಕೊಳವೆಗಳನ್ನು ನಾವು ಕಾಣುತ್ತೇವೆ. ಅನೇಕ ಸಲ ಆ ಕೊಳವೆ ಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಡಿಗೆಯನ್ನು ಹೊಡೆದೋಡಿಸಲು, ಇತ್ತೀಚಿನ ದಿನ ಗಳಲ್ಲಿ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗ ಶಲಾಕೆಗಳನ್ನು ಉಪ ಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ತಂಪು ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ವಿಮಾನ ನಿಲ್ದಾಣಗಳು ಮಂಜಿನಿಂದ ಆವರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕ. ಹೀಗೆ ಮಂಜು ಮುಸುಕಿದಾಗ, ವಿಮಾನವನ್ನಿಳಿಸಬೇಕಾದರೆ ವೈಮಾನಿಕರಿಗೆ ತೊಂದರೆಯಾಗುತ್ತದಲ್ಲದೆ, ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭ ಗಳಲ್ಲಿ ಅಪಘಾತಗಳು ಸಂಭವಿಸುವದುಂಟು. ಆದ್ದರಿಂದ ಪ್ರತಿ ಹದಿನೈದು ನಿಮಿಷಗಳಿಗೊಮ್ಮೆ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗ ಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿ ಮಂಜನ್ನು ಚದುರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಬೃಹತ್ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಕಾಗದವನ್ನು ತಯಾರಿಸುವಾಗ, ಕೊನೆಗೆ ಕಾಗದ ದಲ್ಲಿ ಉಳಿದುಕೊಂಡ ನೀರಿನ ಅಂಶವನ್ನು ತೊಡೆದುಹಾಕಲು ಈ ತರಂಗಗಳ ಉಪಯೋಗವಾಗಿದೆ. ಆಸ್ಪತ್ರೆ, ಸೈನಿಕ ಹಾಸ್ಟೆಲ್ಲುಗಳಲ್ಲಿ ಪಾತ್ರೆ ಪಡಗಗಳನ್ನು ತೊಳೆಯಲು ಈ ತರಂಗ ಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸತೊಡಗಿದ್ದಾರೆ. ಈ ತರಂಗಗಳು ಎಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯುತವಾಗಿರುತ್ತವೆಂದರೆ, ಈ ಧ್ವನಿಯ ಕಂಪನಗಳಿಗೆ ಸಮನಾಗಿ ಕಂಪಿಸುತ್ತಿರುವ ಗಾಜಿನ ದಂಡದಿಂದ ಉಕ್ಕಿನ ಹಲಗೆಯಲ್ಲಿ ರಂಧ್ರವನ್ನು ಕೊರೆಯಬಹುದು.

ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗಗಳಿಗಿರುವ ಪ್ರತಿಫಲನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು, ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸೋನಾರ ಎಂಬ ಹೊಸ ಅಧ್ಯಾಯವನ್ನೇ ತೆರೆದಿದ್ದಾರೆ. ಸೋನಾರ ಇದು **Sound navigation and ranging** ಎಂಬ ಪದ ಸಮುಚ್ಚಯದ ಪ್ರಾರಂಭಿಕ ಅಕ್ಷರಗಳಿಂದುಂಟಾದ ಹ್ರಸ್ವರೂಪ. ಸೋನಾರ ಶಾಸ್ತ್ರವು ಯುದ್ಧಕಾಲದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ವೈರಿ ವಿಮಾನಗಳು ಬಹಳ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಹಾರುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಅದರಿಂದುಂಟಾಗುವ ಸಪ್ಪಳ ಕೇಳಿಸುವದಿಲ್ಲ. ಇಂತಹ ಹೊತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿದರೆ ಅವು ವಿಮಾನಕ್ಕೆ ಅಪ್ಪಳಿಸಿ ಪ್ರತಿಫಲನಹೊಂದಿ ತಿರುಗಿ ಬರುತ್ತವೆ. ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಅಂದರೆ ಶ್ರವಣಾತೀತ ತರಂಗಗಳು ವಿಮಾನಕ್ಕೆ ತಾಗಿ ತಿರುಗಿಬರಲು ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಕಾಲವನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಣೆಯಿಂದ ಗೊತ್ತುಮಾಡಿಕೊಂಡು ಬೇರೆ ವಿಧಾನದಿಂದ ಮುಂಚೆಯೇ ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗಿದ್ದ ಅವುಗಳ ವೇಗವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ, ಆ ತರಂಗಗಳು ಕ್ರಮಿಸಿದ ಅಂತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಈ ತರಂಗಗಳು ಕ್ರಮಿಸಿದ ಅಂತರವು ಗೊತ್ತಾದ ಬಳಿಕ ವಿಮಾನದ ನಿಶ್ಚಿತ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು. ಇದೇ ತತ್ವವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುವ ಜಲಾಂತರ್ಗಾಮಿಯನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಲೋಹದ ಚೌಕಗಳಲ್ಲಿಯ ದೋಷಗಳನ್ನೂ ಕೂಡ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಲೋಹದ ಚೌಕದ ಮೇಲೆ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗಗಳನ್ನು ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ಅವು ಅದರ

ಇನ್ನೊಂದು ದಡಕ್ಕೆ ಅಪ್ಪಳಿಸಿ ಪ್ರತಿಫಲನಹೊಂದಿ ಹಿಂತಿರುಗಿ ಬರುತ್ತವೆ. ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿದ್ದ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಹಿಂದಿರುಗಿ ಬರುವ ತರಂಗಗಳು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಕಾಲ, ದೋಷಯುಕ್ತ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ಬರುವ ತರಂಗಗಳು ತೆಗೆದು ಕೊಳ್ಳುವ ಕಾಲಕ್ಕಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಭಿನ್ನತೆಯ ಪ್ರಮಾಣದ ಮೇಲಿಂದ ಆ ದೋಷವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಬಹುದು. ಇತ್ತೀಚೆ ಕೆನಡಾದ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸಂಶೋಧನ ಸಂಸ್ಥೆ (National Research Council of Canada) ಯಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯಮಾಡು ತ್ತಿರುವ ಡಾ. ಡೇವ್ಹಿಡ್ ಮ್ಯಾಕೋವ್ಲು ಅವರು ಇದೇ ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ (೦·೨ × ೦·೧೨ × ೦·೦೩) ಘನಮೀಟರ ಇರುವ ಒಂದು ಕಟ್ಟಿಗೆಯ ತುಂಡನ್ನೊಳಪಡಿಸಿ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ದೋಷ ಗಳನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ನಿರ್ಧರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಕಟ್ಟಿಗೆಯ ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ ದಿಮ್ಮಿಗಳಲ್ಲಿರುವ ದೋಷಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಸ್ವರೂಪಕ್ಕೆ ಧಕ್ಕೆ ತರದೆ, ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ. ಎಣ್ಣೆಯ ಟ್ಯಾಂಕುಗಳ ಲ್ಲಿಯ ಎಣ್ಣೆಯ ಮಟ್ಟವನ್ನೂ ಕೂಡ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವದಕ್ಕಾಗಿ ಈ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಕೆಲ ವೊಂದು ಸ್ಫಟಿಕಗಳ ಆಂತರಿಕ ರಚನೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯು ವದರಲ್ಲಿ ಸಹಾಯಕವಾಗಿವೆ. ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗ ಗಳನ್ನು ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ಕಳುಹಿಸಿ ಅವು ತಳದಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ಬರಲು ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಕಾಲವನ್ನು ಗುರುತು ಮಾಡಿಟ್ಟು ಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ. ಬಳಿಕ ಈ ಕಾಲದ ಅರ್ಧಕ್ಕೆ ಅವುಗಳ ವೇಗ-

ದಿಂದ ಗುಣಾಕಾರ ಮಾಡಿ, ಸಮುದ್ರದ ಆಳವನ್ನು ಅತ್ಯಂತ ನಿಖರವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ. ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯನ್ನುತ್ಪಾದಿಸುವ, ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಯಂತ್ರವನ್ನು ಊರುಗೋಲಿನಲ್ಲಿಟ್ಟು ಅಂಧರ ಉಪಯೋಗಕ್ಕಾಗಿ ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಊರುಗೋಲನ್ನು ಹಿಡಿದುಕೊಂಡು ಅಂಧ ಮನುಷ್ಯನು ನಡೆಯುವಾಗ ಕೋಲಿನಿಂದ ಹೊರಟ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿ ತರಂಗಗಳು ಮುಂದೆ ಯಾವುದಾದರೂ ಅಡೆತಡೆಗಳು ಬಂದರೆ ಅವುಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ಪುನಃ ಕೋಲನ್ನು ತಲುಪುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಪ್ರತಿಫಲನಹೊಂದಿದ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯ ಧ್ವನಿತರಂಗಗಳನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಕೋಲಿನಲ್ಲಿಯೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ಬಂದ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯ ಧ್ವನಿಯಲ್ಲಿ ಪರಿವರ್ತನ ಹೊಂದಿ ಮುಂದೆ ಇರುವ ಅಡೆತಡೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಅಂಧ ಮನುಷ್ಯನಿಗೆ ಸೂಚನೆ ಕೊಡುತ್ತವೆ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಇಂಗ್ಲಂಡ ಮತ್ತು ಅಮೇರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಬಗೆಯ ಊರುಗೋಲುಗಳು ತುಂಬಾ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ ಬಂದಿರುತ್ತವೆ. ಹಡಗುಗಳು ಮಂಜು ಮುಸುಕಿದ ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುವಾಗ, ಇವುಗಳ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಬರ್ಫದ ಬಂಡೆಗಳು ಅಡ್ಡವಾಗಿ ಬಂದರೆ, ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ, ಆ ಬಂಡೆಯ ನಿಶ್ಚಿತ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಗೊತ್ತುಪಡಿಸಿಕೊಂಡು ಅಪಘಾತದಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

ಉತ್ಕ್ರಾಂತಿವಾದ ಅಭ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ಪಳೆಯುಳಿಕೆಗಳು ಮಹತ್ವದ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಅವಶೇಷಗಳಲ್ಲಿ ದೊರಕಿದ ಪಳೆಯುಳಿಕೆಗಳು ಸ್ವಚ್ಛವಾಗಿದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ ಅದನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸುವ ಪ್ರಾಣಿಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಿಗೆ ಅನುಕೂಲವಾಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲವಾದಲ್ಲಿ ಅದರ ಮೂಲ ರೂಪ ಕೆಡದಂತೆ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಧೂಳು, ಮಣ್ಣು ಮುಂತಾದವುಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಬೇಕು. ಮೊದಮೊದಲು ಸೂಜಿ, ಮೊಳೆಗಳನ್ನು ಪಯೋಗಿಸಿ ಪಳೆಯುಳಿಕೆಯನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ವೀಕ್ಷಿಸುತ್ತ ಸ್ವಚ್ಛ ಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ವಾರಗಟ್ಟಲೇ ಅವಧಿ ತಗಲುತ್ತಿತ್ತು. ಅಲ್ಲದೆ ಕೇವಲ ಶೇಕಡ ೨೫ ರಷ್ಟನ್ನು ಮಾತ್ರ ಸ್ವಚ್ಛಗೊಳಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಲಾಸ್ ಎಂಜಿಲ್ಸ್‌ನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ತಂಡವು ಪಳೆಯುಳಿಕೆಗಳನ್ನು ಸ್ವಚ್ಛಗೊಳಿಸಲು ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿವೆ. ಶೇಕಡ ೯೦ ರಷ್ಟು ಧೂಳನ್ನು ೩ ನಿಮಿಷಗಳಲ್ಲಿ ತೊಡೆದುಹಾಕಲು ಸಫಲರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಕನೆಕ್ಟಿಕಟ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಸ್ಯಾಂಫೋಡಿಗನ ಬ್ರ್ಯಾನ್ಸನ್ ಇನ್ಸ್ಟ್ರುಮೆಂಟಿನವರು ಈ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ಮಾರಾಟ ಮಾಡುತ್ತಲೂ ಇದ್ದಾರೆ.

ಯುರೋಪಿಯನ್ ಆರ್ಗನೈಜೇಶನ್ ಫಾರ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ರೀಸರ್ಚ ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲಂಡಿನ ರೊಬಿನ್ ಬ್ರೆವುನ್, ಪಶ್ಚಿಮ ಜರ್ಮನಿಯ ಹ್ಯಾನ್ಸಹಿಲ್ಕೆ, ಅಮೇರಿಕೆಯ ಆರ್ಥಕ ರೋಜರ್ಸ ಮುಂತಾದ ಪ್ರಮುಖ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಾರ್ಯ ಮಾಡುತ್ತಿರುವರು. ಈ ತಂಡದವರು ಸಮ್ಮರ್ದ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕ

ದಿಂದ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯನ್ನುತ್ಪಾದಿಸಿ ಆ ತರಂಗಗಳಿಂದ ಕಣಗಳ ಛಾಯಾ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಹಿಡಿಯಲು ಸಮರ್ಥರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ಸ್ಫಟಿಕವನ್ನು ೭೦೦ ವೋಲ್ಟಗಳಿಂದುಂಟಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೊಳಪಡಿಸಿದ್ದರು.

ವೈದ್ಯಕೀಯ ರಂಗದಲ್ಲಂತೂ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗಗಳು ಸಲ್ಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಸೇವೆ ಅತ್ಯಮೂಲ್ಯವಾದದ್ದು. ಕೈಕಾಲು ಉಳುಕಿದಾಗ ಆ ಭಾಗದ ಮೇಲೆ ಈ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಹಾಯಿಸಿ-ದಾಗ ಮೃದುವಾಗಿ ತಿಕ್ಕಿದ ಅನುಭವವುಂಟಾಗಿ ಉಳುಕು ಬಿಟ್ಟುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಸ್ನಾಯುಗಳಲ್ಲುಂಟಾದ ನೋವನ್ನು ಕೂಡ ಹೋಗಲಾಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಕೆಲ ಅಮೇರಿಕದ ಮತ್ತು ರಶಿಯದ ವೈದ್ಯರು ಈ ತರಂಗಗಳಿಂದ ಚಿಕಿತ್ಸೆಮಾಡಿ, ನರಗಳ ದೌರ್ಬಲ್ಯ ಮತ್ತು ಸಂಧಿವಾತದಂತಹ ರೋಗಗಳನ್ನು ಗುಣಪಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಯಾವ ಬಗೆಯ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಿಂದಲೂ ಗುಣವಾಗದ ಮಾನಸಿಕ ರೋಗಗಳಿಗೆ, ಈ ತರಂಗಗಳ ಮೂಲಕ ನೀಡಿದ ಚಿಕಿತ್ಸೆ ಅತ್ಯಂತ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿದೆ. ಉತಾಹ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಡಾ|| ಪೀಟರ ಲಿಂಡ್ಸಟ್ರಾಮ್ ಅವರು ಅನೇಕ ಮಾನಸಿಕ ರೋಗಿಗಳಿಗೆ ಈ ಬಗ್ಗೆ ಚಿಕಿತ್ಸೆನೀಡಿ ಅವರನ್ನು ಗುಣಪಡಿಸುವಲ್ಲಿ ಸಫಲರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಅನೇಕರ ಕಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ದುರ್ಮಾಂಸ ಬೆಳೆದು ಹೂಬಿದ್ದು ಅವರು ವಿಶ್ವದ ಲೀಲೆಗಳಿಂದ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ವಂಚಿತರಾಗಿದ್ದನ್ನು ಕಂಡಿದ್ದೇವೆ. ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗಗಳಿಂದ ಕಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳೆದ ದುರ್ಮಾಂಸದ ನಿಶ್ಚಿತ ಸ್ಥಾನವನ್ನು

ಕಂಡು ಹಿಡಿದು, ಶಸ್ತ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಮೂಲಕ ಅದನ್ನು ತೆಗೆದು ಹಾಗೆ ಅನೇಕ ಅಂಧರಿಗೆ ದೃಷ್ಟಿದಾನ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

ತೀರ ಕಡಿಮೆ ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ (ಸುಮಾರು $\frac{1}{1000}$ ಅಂಗುಲ) ಗಾಜಿನ ಎಳೆಗಳ ಮೂಲಕ ಈ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಪ್ರಸರಿಸುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಈ ಎಳೆಯ ಒಂದು ಕೊನೆಯನ್ನು ಹೆಬ್ಬೆರಳ ಮತ್ತು ತೋರ ಬೆರಳಿನ ನಡುವೆ ಹಿಡಿದುಕೊಂಡರೆ, ಅದರಿಂದ ಬರುವ ಕಂಪನಗಳಿಂದ ಬೆರಳು ಸುಟ್ಟು ಗಾಯ-ವಾಗುವದು. ಆ ಗಾಜಿನ ಎಳೆಯ ಕೊನೆ ಪ್ರತಿ ಸೆಕಂದಿಗೆ ಸಹಸ್ರಾರು ಸಲ ಕಂಪಿಸುವದರಿಂದ ಆಗುವ ಒತ್ತಡವೇ ಆ ಗಾಯಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ಇದೇ ತತ್ವವನ್ನು ಶಸ್ತ್ರ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ. ಇದೇ ಕಾರಣದಿಂದ ಸಣ್ಣ ಕೋಶಗಳುಳ್ಳ ಚಿಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕ ಪ್ರಾಣಿಗಳಾದ ಕಪ್ಪೆ, ಮೀನು ಮುಂತಾದವುಗಳನ್ನು ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೊಳಪಡಿಸಿದಾಗ ಅವು ಸತ್ತು ಹೋಗುತ್ತವೆ, ಇಲ್ಲವೆ ಅಂಗಹೀನವಾಗಿ ಬಿಡುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿಯ ರಕ್ತ ಗೋಲಕಗಳು ನಾಶಗೊಳಿ-ಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಕೆಲವೊಂದು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಅಣು ಜೀವಿಗಳು ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿರುವದರಿಂದ ಈ ತರಂಗಗಳ ಹೊಡೆತದಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಕಿಣ್ವಗಳು ತಮ್ಮ ಪುನ-ರುತ್ಪಾದನೆಯ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ಎಲ್ಲ ಪರಿಣಾಮಗಳಿಗೆ, ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯ ಅತ್ಯಧಿಕ ಕಂಪನಗಳ ಮೂಲಕವಾಗಿ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಶಾಖವೇ ಕಾರಣವಿರಬಹುದೆಂದು ತರ್ಕಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಮನುಷ್ಯನ ದೇಹದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ರಕ್ತನಾಳಗಳು ವ್ಯಾಪಿಸಿರು-ತ್ತವೆ. ಹೃದಯದಿಂದ ಬರುವ ಶುದ್ಧ ರಕ್ತವನ್ನು ರಕ್ತನಾಳಗಳು ದೇಹದ ಎಲ್ಲ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ತಲುಪಿಸುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಅಶುದ್ಧ ರಕ್ತವನ್ನು ಶುದ್ಧೀಕರಣಕ್ಕಾಗಿ ಪುನಃ ಹೃದಯಕ್ಕೆ ಕೊಂಡೊಯ್ಯುತ್ತವೆ. ಒಂದೊಂದು ಸಲ ಕೊಬ್ಬಿನ ಅಂಶವು ರಕ್ತನಾಳಗಳ ಒಳಬದಿಗೆ ಅಂಟಿಕೊಂಡಾಗ, ಆ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ರಕ್ತವು ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ರಕ್ತದ ಚಲನೆಯು ಸ್ಥಗಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ರೋಗಕ್ಕೆ ಥ್ರೊಂಬೋಸಿಸ್ (Thrombosis) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಥ್ರೊಂಬೋಸಿಸ್ ಉಂಟಾದ ಭಾಗವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಬೇಕಾದರೆ, ಆ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ರಕ್ತ-ನಾಳಗಳನ್ನೇ ಕತ್ತರಿಸಿ ನೋಡಬೇಕಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ರಕ್ತನಾಳವು ಮಾಂಸದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿ ಹೋಗಿರುವದರಿಂದ ವೈದ್ಯರು ಈ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ತುಂಬಾ ಜಾಗರೂಕತೆಯಿಂದ ನೆರವೇರಿಸಬೇಕಾಗಿತ್ತಲ್ಲದೆ, ಅದು ಅಷ್ಟು ಸುಲಭ ಸಾಧ್ಯವೂ ಆಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಡಾ|| ಆರ್. ಜಿ. ಗೋಸ್ಲಿಂಗ್ ಎಂಬವರು ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ತರಂಗಗಳನ್ನು ತ್ಪಾದಿಸುವ ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಯಂತ್ರವನ್ನು, ಯಾವ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಥ್ರೊಂಬೋಸಿಸ್ ಆಗಿದೆಯೆಂದು ಸಂದೇಹ ಬರುತ್ತದೆಯೋ ಆ ಭಾಗದ ಚರ್ಮದ ಮೇಲೆ ಇಡಬೇಕು. ಈಗಾಗಲೇ ವಿವರಿಸಿದ ಪ್ರಕಾರ ಅವುಗಳ ಪ್ರತಿಫಲನ ಗುಣಧರ್ಮವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ರಕ್ತನಾಳದಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುವ ರಕ್ತದ ವೇಗವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿ-ಯಬೇಕು. ಸರಿಯಾಗಿ ಕಾರ್ಯಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ರಕ್ತನಾಳದಲ್ಲಿ

ಹರಿಯುವ ರಕ್ತದ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಥ್ರೊಂಬೋಸಿಸ್ ರೋಗ ಹಿಡಿದು ಕೊಂಡ ರಕ್ತನಾಳದಲ್ಲಿಯ ರಕ್ತದ ವೇಗ ಕಡಿಮೆಯಿರುವದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಆ ರಕ್ತನಾಳವನ್ನು ಮತ್ತು ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಯುತ್ಪಾದಕ ಯಂತ್ರವನ್ನು ಆ ರಕ್ತನಾಳದ ಗುಂಟ ಚರ್ಮದ ಮೇಲ್ಗಡೆಯೇ ಇಟ್ಟು ಸರಿಸುತ್ತ ಹೋಗ-ಬೇಕು. ಆ ಯಂತ್ರವು ಯಾವ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ರಕ್ತದ ವೇಗ ತೀರ ಕಡಿಮೆಯೆಂದು ತೋರಿಸುತ್ತದೆಯೋ ಆ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಥ್ರೊಂಬೋ ಸಿಸ್ ಆಗಿದೆಯೆಂದು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಈ ರೋಗವನ್ನು ಕ್ಷ ಕಿರಣಗಳಿಂದ ತಿಳಿದು ಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವದಿಲ್ಲ. ಯಾಕಂದರೆ ಕ್ಷ ಕಿರಣಗಳು ರಕ್ತಮಾಂಸಗಳಲ್ಲಿ ತೂರಿಕೊಂಡು ಹೋಗಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ದೇಹದ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯಮಾನ ದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ತೊಂದರೆಗಳನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಲು ಕ್ಷ ಕಿರಣಗಳು ನಿರುಪಯುಕ್ತವೆನಿಸಿದಾಗ, ಅವುಗಳ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿ ತರಂಗಗಳು ವೈದ್ಯರ ಕಣ್ಣುಗಳಂತೆ ಕಾರ್ಯಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ದಂತವೈದ್ಯರು ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗ ಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ, ಲೋಹಗಳಿಂದ ಹಲ್ಲುಗಳಿಗೆ ಬೆಸುಗೆ ಹಾಕುವದರಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಅಮೇರಿಕದ ದಂತ ವೈದ್ಯ ಡಾ|| ರಾಬರ್ಟ್ ಹಾಫ್‌ಮನ್ ಅವರು, ಅಲ್ಯೂಮಿನಿ ಯಮ್ ತಂತಿಯನ್ನು ೬೦,೦೦೦ ಕಂಪನಾಂಕವುಳ್ಳ ಶ್ರವಣಾ-ತೀತ ಧ್ವನಿಯನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಹಲ್ಲಿನೊಂದಿಗೆ ಬೆಸುಗೆ ಹಾಕು-ವದರಲ್ಲಿ ಸಫಲರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಅವರಿಗೆ ಅಂತರ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಡೆಂಟಲ್ ಫೆಡರೇಶನ್‌ನವರು ಅಲ್ಬರ್ಟ ಜೋಕಿಮ್

ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಬಹುಮಾನವನ್ನು ಕೂಡ ಕೊಡಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಹಾಫ್‌ಮನ್ ಅಮೇರಿಕ ಸರಕಾರದಿಂದ ತಮ್ಮ ಪ್ರಯೋಗದ ಸ್ವಾಮ್ಯ ಪತ್ರವನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ-ನಿಂದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಬೆಳ್ಳಿ ಮತ್ತು ಬಂಗಾರಗಳನ್ನು ಪಯೋಗಿಸಿ ಇದೇ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಸಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಹಾಫ್‌ಮನ್ ಅವರು, ಚಿಕ್ಕ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಹಲ್ಲು ಬರುವಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ತೊಂದರೆಗಳ ನಿವಾರಣೆಗೆ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿ ತರಂಗಗಳನ್ನು-ಪಯೋಗಿಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ನಿರತರಾಗಿದ್ದಾರೆ.

ಶಸ್ತ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ರಕ್ತವು ಹರಿದು ಹೋಗಿ ಸಾವಿಗೀಡಾದ ಅನೇಕ ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ನಾವು ಕೇಳುತ್ತೇವೆ. ವೈದ್ಯಕೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಬೆಳೆದಂತೆಲ್ಲ ಹೊಸ ಹೊಸ ಉಪಕರಣಗಳು, ಉಪಾಯಗಳು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ ಬಂದಿವೆ. ಅವು ಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದ ಅಂಶವೆಂದರೆ ಶಸ್ತ್ರಕ್ರಿಯೆಗೋಸ್ಕರ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ್ದುದು. ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಹನಿ ರಕ್ತ ಕೂಡ ಹರಿಸಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಆದ್ದ ರಿಂದ ಈ ಬಗೆಯ ಶಸ್ತ್ರಕ್ರಿಯೆಗೆ ರಕ್ತರಹಿತ ಶಸ್ತ್ರಕ್ರಿಯೆಯೆಂದು ಹೆಸರು ಬಂದಿರುತ್ತದೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವನ್ನು ಈ ಸಂದರ್ಭ ದಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸೋಣ.

ನಾವು ಸೇವಿಸಿದ ಆಹಾರದಲ್ಲಿ ಹರಳುಗಳು ಸೇರಿಕೊಂಡಿ ದ್ದರೆ, ಅವು ಪಚನವಾಗದೆ ಮೂತ್ರಪಿಂಡದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುವ ಸಂಭವವುಂಟು. ಹೀಗಾದಾಗ ಆ ಹರಳುಗಳನ್ನು ಹೊರಗೆ

ತೆಗೆಯಲು ಇರುವ ಒಂದೇ ಒಂದು ಮಾರ್ಗವೆಂದರೆ ಶಸ್ತ್ರ ಚಿಕಿತ್ಸೆ. ಆದರೆ ಈಗ ರಶಿಯದ ಆಸ್ಪತ್ರೆಗಳಲ್ಲಿ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಯ ಬದಲಾಗಿ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸ ತೊಡಗಿದ್ದಾರೆ. ಮೂತ್ರಪಿಂಡವಿದ್ದ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಶರೀರದ ಚರ್ಮದ ಮೇಲೆಯೇ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗಗಳನ್ನು ಹೊರ ಸೂಸುವ ಯಂತ್ರವನ್ನಿಟ್ಟು ಅದು ಕಾರ್ಯ ಪ್ರಾರಂಭಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಅದರಿಂದ ಹೊರಸೂಸಿದ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿ ತರಂಗಗಳು ಚರ್ಮದ ಮೂಲಕ ಪಾರಾಗಿ ಮೂತ್ರಪಿಂಡವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಹರಳುಗಳ ಮೇಲೆರಗುತ್ತವೆ. ಈ ತರಂಗಗಳ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೊಳಗಾದ ಹರಳುಗಳು ಬೀಸುವಕಲ್ಲಿಗೆ ಸಿಕ್ಕಿದಂತಾಗಿ ಚೂರ್ಣ (Powder) ವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಟು ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಈ ಚೂರ್ಣವು ಮೂತ್ರದೊಡನೆ ಶರೀರದಿಂದ ಹೊರಗೆ ಹೋಗಿ ಬಿಡುತ್ತದೆ. ಶರೀರದ ಮೇಲೆ ಚಾಕು, ಕತ್ತರಿಗಳ ಪ್ರಯೋಗ ವಿಲ್ಲ. ಹನಿ ರಕ್ತ ಹರಿಸಲಿಲ್ಲ. ದೊಡ್ಡ ಶಸ್ತ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಕೋಣೆಯ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿಲ್ಲ. ರೋಗಿಯನ್ನು ಸ್ಮೃತಿ ತಪ್ಪಿಸಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಮೂರು ನಿಮಿಷಗಳಲ್ಲಿ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆ ಮುಗಿದುಹೋಯಿತು. ಇದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅಚ್ಚರಿಯೇನಿದೆ?

ತಲೆ ಬುರುಡೆಯನ್ನು ಬಿಚ್ಚಲಾಗದೆ ಮೆದುಳಿನ ಮೇಲೆ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆ ನಡೆಯಿಸಲಾಗದೆ ಜಪಾನಿನ ನಿಗಾಟಾ, ಓಸಾಕಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯಗಳ ಆಸ್ಪತ್ರೆಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆ ಯಿಸಿ ಅಲ್ಲಿಯ ವೈದ್ಯರುಗಳು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಮೆದು ಳಿನ ಚಿಕಿತ್ಸೆ ಪ್ರಾಣಘಾತಕವಾಗಿದ್ದರಿಂದ, ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿ

ತರಂಗವು ವೈದ್ಯರಿಗೆ ಅನುಕೂಲ ಉಪಕರಣವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಿದೆ. ಶಸ್ತ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಕತ್ತರಿಸಿದ ಚರ್ಮವನ್ನು ಶಸ್ತ್ರಕ್ರಿಯೆ ಮುಗಿದ ಬಳಿಕ ಸೂಜಿಯಿಂದ ಹೊಲಿಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಸೂಜಿಯಿಂದ ಹೊಲಿಯುವ ಬದಲು ಒಂದು ಲೆನ್ಸಿನ ಮೂಲಕ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗ ಶಲಾಕೆಯನ್ನು ಚರ್ಮದ ಎರಡೂ ತುಂಡುಗಳನ್ನು ಕೂಡಿಸಿದ ಭಾಗದ ಮೇಲೆ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಬೇಕು. ಆಗ ಆ ಭಾಗದ ಜೀವಕೋಶಗಳು ಕರಗಿ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಅಂಟು ತಯಾರಾಗಿ ಆ ಚರ್ಮದ ಎರಡೂ ತುಂಡುಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಯೋಗವಿನ್ನೂ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿಲ್ಲವಾದರೂ ಆ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಹೊಸ ಹೊಸ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಲೇ ಇವೆ. ರಶಿಯಾದ ಕೊಸೊಲೊವ್ಹ್ ಎಂಬ ಎಂಜಿನಿಯರನು ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಖರವಾದ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿ ಶಲಾಕೆಯನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವ ಯಂತ್ರವೊಂದನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಈ ಯಂತ್ರದಿಂದ ಹೊರಸೂಸುವ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿ ತರಂಗ ಶಲಾಕೆಯನ್ನು ಲೆನ್ಸಿನ ಮೂಲಕ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಆದ ಭಾಗದ ಮೇಲೆ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಿದರೆ, ಆ ತರಂಗಗಳು ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಕೀಟಾಣುಗಳನ್ನು ನಾಶಪಡಿಸುತ್ತವೆ. ಸಂಧಿವಾತದ ರೋಗಕ್ಕೂ ಈ ಕಿರಣಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿಕೆಮರಾದಿಂದ ತಾಯಿಯ ಗರ್ಭ-ದಲ್ಲಿದ್ದ ಮಗುವಿನ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಹಿಡಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಹೃದಂಪದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಹಿಡಿದುಕೊಂಡು ಅದರ ಪರಿಮಾಣ-ವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಕೆಲವೊಂದು ರೋಗಗಳಿಗೆ ಕ್ಷ–

ಕಿರಣ ಮತ್ತು ರೇಡಿಯೋ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳಿಂದ ಚಿಕಿತ್ಸೆ ನಡೆಯಿಸಿದಾಗ ವಿಕರಣದ ಹೊಡೆತದಿಂದ ಉತ್ತಮ ಜೀವಕೋಶಗಳೂ ಕೂಡ ನಾಶಹೊಂದುವ ಸಂಭವವಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಶ್ರವಣಾ-ತೀತ ಧ್ವನಿತರಂಗಗಳನ್ನು ಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಆ ಭಯವಿಲ್ಲ.

ಮುಂದುವರಿದ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ದರ್ಜಿಗಳು ಬಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಹೊಲಿದುಕೊಡಲು ಈ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಪಯೋಗಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಇನ್ನೂ ಶೈಶವಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿರುವ ಶ್ರವಣಾತೀತ ಧ್ವನಿ ಶಾಸ್ತ್ರವು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಸತತ ಪ್ರಯತ್ನದಿಂದ ಬೆಳೆದಾಗ, ಮಾನವನಿಗೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸೇವೆಯನ್ನು ಸಲ್ಲಿಸೀತು !

ಗ್ರಂಥಋಣ

1 Text Book of Sound - *Khanna and Bedi*

2 Science Digest - *January 1967*

3 New Scientist - *16 April, 1970*

4 Science Digest - *August, 1969*

5 Science News - *VII 1948*

6 Physics & Music - *G. Anfilov*

7 Science Digest - *Dec. 1970*

8 Echos of Bats and Men - *Griffin*

9 Science Journal - *March 1969*

10 Science Reporter - *July 1971*

ಉಪನ್ಯಾಸ ಗ್ರಂಥಮಾಲೆ

ಇತ್ತೀಚಿನ ಪ್ರಕಟನೆಗಳು

ವಚನಕಾರ ದೇವರ ದಾಸಿಮಯ್ಯ
—ಎಸ್. ಎಸ್. ಬಾಣದ

ಭಾರತದ ಪ್ರಾಚೀನ ನಾಣ್ಯಗಳು
—ಎ. ಎಂ. ಅಣ್ಣಿಗೇರಿ

ಯೋಜನೆಗಳು ಹಾಗೂ ಗ್ರಾಮೋದ್ಯೋಗಗಳು
—ವ್ಹಿ. ಬಿ. ಅಂಗಡಿ

ಮಾನವ ವಿಜ್ಞಾನ ಹಾಗೂ ಆಧುನಿಕ ಭಾರತ
—ಎಲ್. ಎಸ್. ಐನಾಪೂರ

ಹಳ್ಳಿಗರೇಳ್ಗೆ ಸಾಧಿಸುವ ಬಗೆ
—ಬಿ. ಆರ್. ಪಾಟೀಲ

ಸಾಮಾಜಿಕ ಭದ್ರತೆ
—ಎಚ್. ವ್ಹಿ. ನಾಗೇಶ

ಸಾಮಾಜಿಕ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು
—ಕೆ. ಜಿ. ಜೋಶಿ

ಕರ್ನಾಟಕದಲ್ಲಿ ನವಶಿಲಾಯುಗ
—ಬಾ. ರಾ. ಗೋಪಾಲ್

ಜೀವಾವಶೇಷಗಳು
—ಎಂ. ಎಸ್. ಮನ್ನಿಕೇರಿ

ವಿಜಯನಗರ ಕಾಲದ ಧಾರ್ಮಿಕ ಜೀವನ
—ಸದ್ಯೋಜಾತ ಸ್ವಾಮೀಜಿ

ಡಾ|| ಖೊರಾನಾ ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು
—ಎಚ್. ಕೆ. ಮಲ್ಲಿಕಾರ್ಜುನಪ್ಪ

ಸಂಸ್ಕೃತ ಸಾಹಿತ್ಯದಲ್ಲಿ ಹಾಸ್ಯ
—ಎಲ್. ಜಿ. ಜೋಶಿ

ಕಾರ್ಮಿಕ ಮತ್ತು ಯೋಜನೆ
—ಟಿ. ಕೆ. ಮೇಟಿ

ಭಾರತೀಯ ಹಬ್ಬಗಳು
—ಸಿ. ವ್ಹಿ. ಕೆರಿಮನಿ

ಕುಷ್ಠರೋಗ ನಿವಾರಣೆ
—ಡಾ|| ಎಸ್. ಜೆ. ನಾಗಲೋಟಿಮಠ

ವ್ಯಾಸಂಗವಿಸ್ತರಣ ಮತ್ತು ಪ್ರಕಟನವಿಭಾಗ
ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ–೩